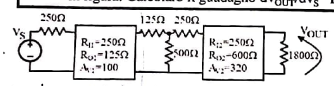
Elettronica T -Modulo 1
16-1-2017

A	B	C1	C2	Totale
7/7	7/7	10/10	8/8	33

cognome PIRATTI	matricola 5900065963 6
nome LUIGI FRANCESCO	firma [illegible]

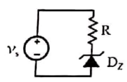
A Si considerino due stadi amplificatori lineari non ideali collegati in cascata come in figura. Calcolare il guadagno dv_{OUT}/dv_S Esplicitare i passaggi.



$$\frac{dV_{out}}{dV_S} = \frac{dV_{out}}{dV_{in2}} \cdot \frac{dV_{in2}}{dV_{o1}} \cdot \frac{dV_{o1}}{dV_{in1}} \cdot \frac{dV_{in1}}{dV_S}$$

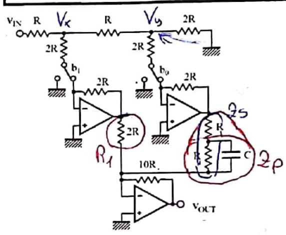
1) $V_{out} = A_{V2} V_{in2} \cdot \frac{R_{o2}}{600+1800} = 240 V_{in2} \rightarrow \frac{dV_{out}}{dV_{in2}} = 240$

B Del circuito in figura calcolare la massima potenza istantanea dissipata sul diodo zener. Esplicitare i passaggi.



$V_Z = 5.6V$
$V_\gamma = 0.7$
$R = 1\ K\Omega$,
$v_S = 5V \cdot \sin(\omega t)$

C1 Nell' analisi del circuito in figura si considerino gli OPAMP ideali e in alto guadagno. Si calcoli il guadagno statico dv_{OUT}/dv_{IN} in funzione del valore dei bit b_1 e b_0. In figura è rappresentata la situazione $b_0=b_1=1$. Esplicitare i passaggi.



C2 Calcolare ora la funzione di trasferimento nel caso $b_0=b_1=1$. Esplicitare i passaggi.

A 3000

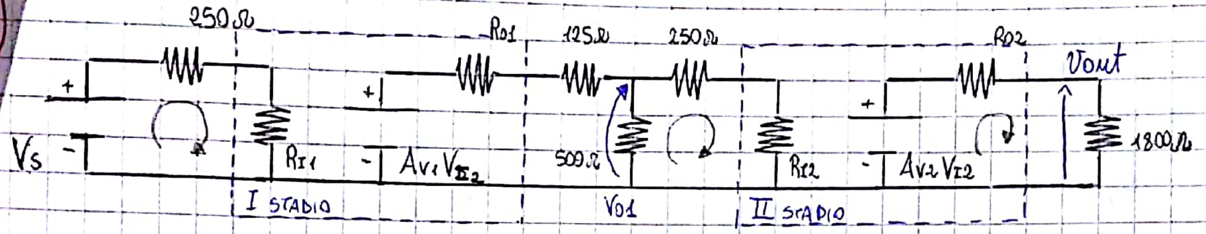
B 3 mW

C1 $\frac{dv_{out}}{dv_{in}} = \frac{5}{2} \cdot b_1 + \frac{5}{4} \cdot b_0$

C2 $H(j\omega) = \frac{5}{2} \cdot \left(\frac{3+j\omega 2CR}{2+j\omega CR}\right)$

16-1-2017

A)



$R_{I1} = 250\,\Omega$; $R_{o1} = 125\,\Omega$; $A_{v1} = 100$

$R_{I2} = 250\,\Omega$; $R_{o2} = 600\,\Omega$; $A_{v2} = 320$

$$\frac{dV_{out}}{dV_s} = \frac{dV_{out}}{dV_{in_2}} \cdot \frac{dV_{in_2}}{dV_{o1}} \cdot \frac{dV_{o1}}{dV_{in_1}} \cdot \frac{dV_{in_1}}{dV_s} = 240 \cdot \cancel{\tfrac{1}{2}} \cdot 50 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}\ 3000$$

① Calcolo dV_{out}/dV_{in_2}

LVK "out" : $A_{v2}V_{in_2} - R_{o2}I_2 - R_L I_2 = 0$

$= A_{v2}V_{in_2} - (R_{o2} + R_L)I_2 = 0$

$\Rightarrow I_2 = \frac{A_{v2}}{R_{o2}+R_L} \cdot V_{in_2} = \frac{320}{2400} V_{in_2} \Rightarrow V_{out} = R_L I_2 = 1800 \cdot \frac{320}{2400} V_{in} = 240\, V_{in_2}$

$= V_{in_2} A_{v2} \frac{R_L}{R_L + R_{o2}}$ = Partitore tensione

$\Rightarrow dV_{out}/dV_{in_2} = 240$

② Calcolo dV_{in_2}/dV_{o1}

LVK "01-I2" $V_{o1} - 250\, I_{in_2} - R_{I2} I_{in_2} = 0$

(2.1) Metodo Kirchhoff

$V_{o1} = (250 + R_{I2}) I_{in_2}$

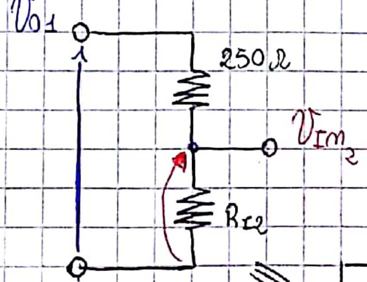
$I_{in_2} = \frac{V_{o1}}{250 + R_{I2}} = \frac{V_{o1}}{500}$

$V_{I2} = R_{I2} I_{in_2} = 250 \cdot \frac{V_{o1}}{500} = \frac{1}{2} V_{o1}$

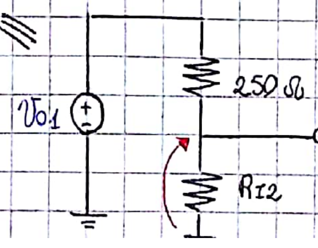
$dV_{in_2}/dV_{o1} = \frac{1}{2}$

(2.2) Metodo Partitore di Tensione

$V_{in_2} = V_{o1} \cdot \frac{250}{R_{I2} + 250} = \frac{1}{2} V_{o1}$

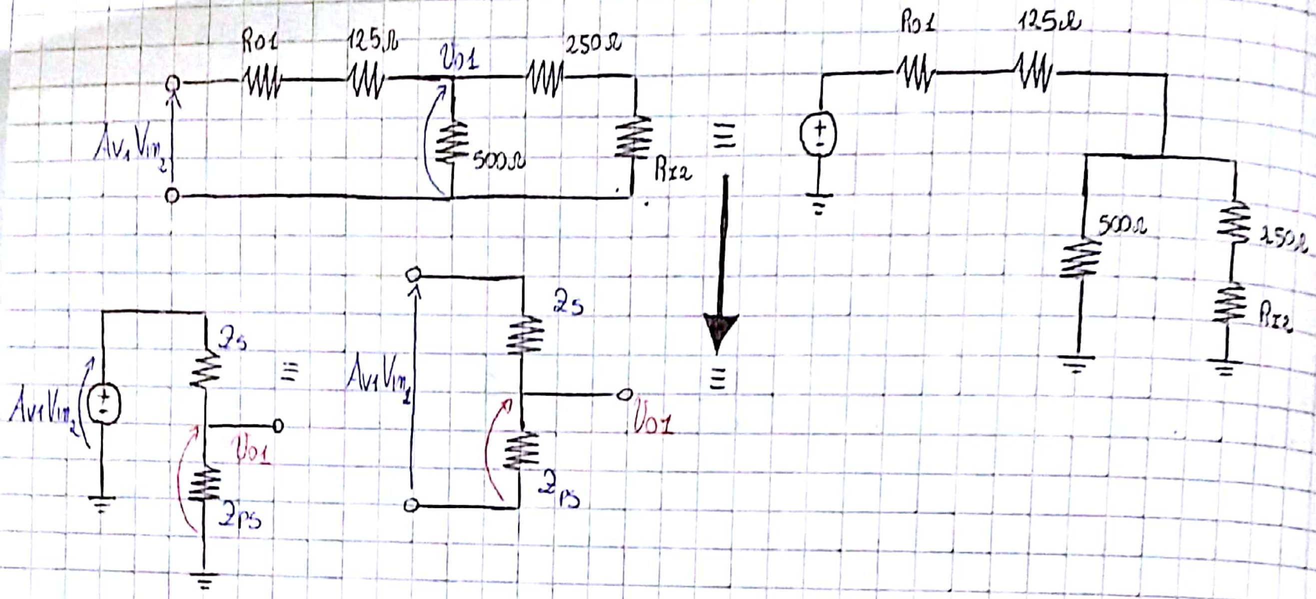


≡



③ Calcolo dV_{o1}/dV_{in_1}

(3.1) Metodo Partitore di Tensione Composto



$Z_S = R_{o1} + 125\,\Omega = 250\,\Omega$ ed $Z_{PS} = (250\,\Omega + R_{I2}) // 500\,\Omega = 250\,\Omega$

$V_{o1} = A_{v1} V_{in_2} \cdot \dfrac{Z_S}{Z_S + Z_{PS}} = 100\, V_{in_2} \cdot \dfrac{250\,\Omega}{(250+250)\,\Omega} = 50\, V_{in_2}$

quindi $dV_{o1}/dV_{in_2} = 50$

④ Calcolo dV_{in_2}/dV_S

(4.1) Metodo Kirchhoff

LVK "in" $V_S - 250\,\Omega\, I_{in_1} - R_{I1} I_{in_1} = 0$

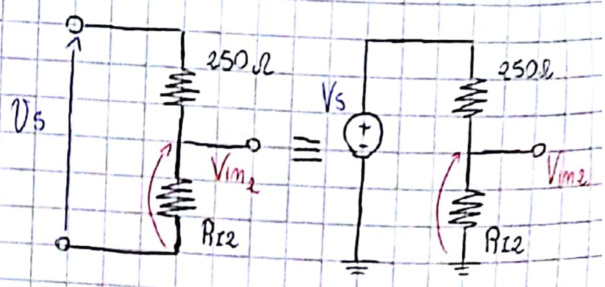
$= V_S - (250\,\Omega + R_{I2}) I_{in_1} = 0$

$I_{in_1} = V_S \cdot \dfrac{1}{250\,\Omega + R_{I2}} = \dfrac{V_S}{500}$

$V_{in_2} = R_{I1} I_{in_1} = 250 \cdot \dfrac{V_S}{500} = \dfrac{1}{2} V_S$

quindi $dV_{in_1}/dV_S = \dfrac{1}{2}$

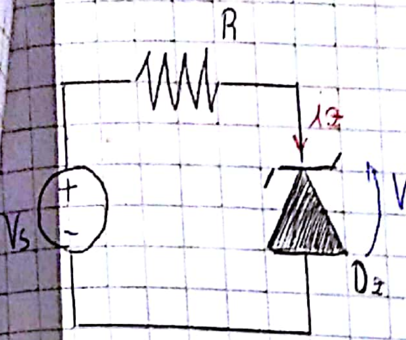
(4.2) Metodo Partitore di Tensione



$V_{in_2} = \dfrac{250\,\Omega}{(R_{I2} + 250)\,\Omega} \cdot V_S = \dfrac{1}{2} V_S$

⑤

$dV_{out}/dV_S = (240 \cdot 1/2 \cdot 50 \cdot 1/2) = 3000$



$V_Z = 5{,}6V$

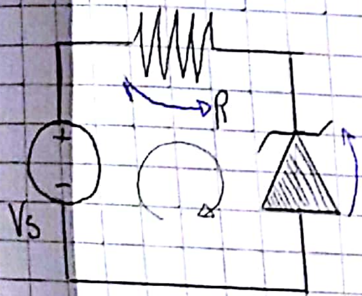
$V_\gamma = 0{,}7V$

$R = 1k\Omega$

$V_S = 5V \sin(\omega t)$

$P_{VZ,MAX} = V_Z \cdot I_{Z,max}$

Hp 1 Diodo in Diretta $\Rightarrow i_Z < \varnothing \quad V_Z = -V_\gamma$



LKV "1" $V_S + RI_D - V_Z = 0$

$V_S + RI_D + V_\gamma = 0$

$I_D = \dfrac{-V_S - V_\gamma}{R} > \varnothing$

Affinchè $I_D < 0$ allora $V_S < \;\; 0{,}7V$.

L'ingresso V_S può assumere due valori di picco $V_S = 5V$ e $V_S = -5V$ quindi

$\begin{cases} V_R = -V_S - V_\gamma = -5V - 0{,}7 = -5{,}7V \Rightarrow I_D = -5{,}7/R = -5{,}7 \times 10^{-3} A = -I_Z \\ V_Z = -V_\gamma = -0{,}7V \\ i_Z < \varnothing \text{ e } V_S = 5V \end{cases}$

dato che $I_Z > \varnothing$ il risultato è non conforme con l'ipotesi

$\begin{cases} V_R = -V_S - V_\gamma = 5V - 0{,}7 = 4{,}3V \Rightarrow I_D = 4{,}3/R = 4{,}3\,mA = -I_Z \\ V_Z = -V_\gamma = -0{,}7V \\ i_Z < \varnothing \quad V_S = -5 \end{cases}$

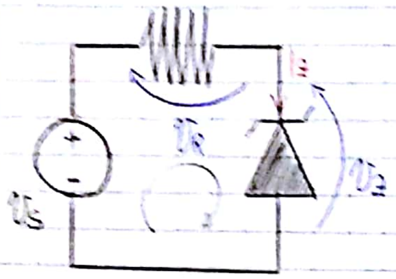
dato che $I_Z < \varnothing$ il risultato è conforme all'ipotesi, per $V_S = -5$ il diodo è in diretta

HP 2 Diodo in Interdizione $\Rightarrow i_Z = 0$ e $-V_\gamma \leq V_Z \leq V_Z$

Dato che nella traccia è richiesta la

$P_{VZ,MAX} = V_Z \cdot I_{Z,MAX}$; essendo in questa ipotesi, $I_Z = \varnothing$, il caso in cui il diodo risulti interdetto non verrà preso in considerazione

HP 3 Diodo in Scarica => $i_2 > 0$ e $V_2 = V_Z = 5{,}6V$



LVK "1" $V_S - V_R - V_2 = 0$

=> $V_R = V_S - V_2$ => $I_2 = \frac{V_S - V_2}{R} > 0$

Affinchè $I_2 > 0$ allora $V_S > V_Z$ ossia $V_S > 5{,}6V$
il diodo non risulta mai in scarica dato che
$V_S = \pm 5$

Prova

$\begin{cases} V_R = V_S - V_Z \\ I_2 > 0 \text{ e } V_Z = V_2 \\ V_S = 5V \end{cases}$ $= V_R = -0{,}6V$ => $I_2 = -6 \times 10^{-4}$ A => Dato che I_2 risulta minore di 0 se $V_S = 5V$ il diodo non è in scarica. Non conforme con Hp3

$\begin{cases} V_R = V_S - V_Z \\ I_2 > 0 \text{ e } V_2 = V_Z \\ V_S = -5V \end{cases}$ $= V_R = -10{,}6$ $I_2 = -106 \times 10^{-4}$ A => Dato che I_2 risulta minore di 0 se $V_S = -5V$ il diodo non è in scarica. Non conforme con Hp3

FINALE

L'unico caso conforme alle ipotesi fatte ed incluso nel range di picco raggiunto da V_S è il caso $Hp_{1.2}$ in cui
$V_S = -5$; $I_2 = -4{,}3 \times 10^{-3}$ A e $V_2 = -V_\gamma = -0{,}7$; quindi

$P_{D2,MAX} = V_2 \cdot I_{MAX} = (-0{,}7) \cdot (-4{,}3 \times 10^{-3} A) = 3{,}01 \times 10^{-3} W$

Opamp 1 ideale, HB, Invertente.

Opamp 2 ideale, HB, Invertente

Opamp 3 sommatore Invertente, ideale, HB.

$Z_x = [(2R // 2R) + R] // 2R] = R$

$Z_y = [2R // 2R] = R$

$Z_s = 2R$

$Z_p = R + (C // R) = \frac{2 + j\omega CR}{1 + j\omega CR} \cdot R$

1) Partitore V_x $\quad V_x = \frac{Z_x}{R + Z_x} V_{in} = \frac{1}{2} V_{in}$

2) Partitore V_y $\quad V_y = \frac{Z_y}{R + Z_y} V_x = \frac{1}{2} V_x = \frac{1}{4} V_{in}$

3) È richiesto il Guadagno Statico => Condensatore = Circuito Aperto

- $V_x = f(V_{in})$

Partitore di tensione $\quad V_x = \frac{R}{R + Z_x} \cdot V_{in} = \frac{1}{2} V_{in}$

- $V_y = g(V_x) = h(V_{in})$

Partitore di tensione $\quad V_y = \frac{R}{R + Z_y} \cdot V_x = \frac{1}{2} \cdot V_x = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} V_{in} = \frac{1}{4} V_{in}$

- Uscita Opamp 1 se $b_1 = 1$

$V_{o_1} = \frac{-2R}{2R} V_x \cdot b_1 = \frac{1}{2} b_1 V_{in}$

- Uscita Opamp 2 se $b_0 = 1$

$V_{o_2} = \frac{-2R}{2R} V_y \cdot b_0 = \frac{1}{4} b_0 V_{in}$

- Uscita Opamp 3 se $b_1 = b_0 = 1$

Si da il caso che $R_1 = Z_s = 2R$ quindi

$V_{out} = -\frac{10R}{2R}(V_{o1} + V_{o2}) = -5(V_{o1} + V_{o2}) = -\frac{5}{2} b_1 V_{in} - \frac{5}{4} b_0 V_{in}$

$= V_{in}\left(-\frac{5}{2} b_1 - \frac{5}{4} b_0\right)$

- Guadagno Statico dV_{out}/dV_{in}

$\frac{dV_{out}}{dV_{in}} = \cancel{\frac{d\,V_{in}}{dV_{in}}} -\frac{5}{2} b_1 - \frac{5}{4} b_0$

Scanned by CamScanner

D) Nel caso in cui $b_1 = b_0 = 1$ l'espressione di V_{out} va ricalcolata considerando il condensatore in quanto, se ~~c~~ c'è fdt non c'è più regime statico quindi

- Uscita 3° Opamp se $b_1 = b_0 = 1$

Ci troviamo nel caso in cui $R_1 \neq Z_p$ quindi

$$V_{out} = -10R\left(\frac{V_{o1}}{2R} + \frac{V_{o2}}{Z_p}\right) = -5V_{o1} - 10 \cdot \frac{1 + j\omega CR}{2 + j\omega CR} V_{o2}$$

$$= V_{in}\left(-\frac{5}{2} - \frac{10}{4} \cdot \frac{1 + j\omega CR}{2 + j\omega CR}\right) = \left(-\frac{5}{2}\left(1 + \frac{1 + j\omega CR}{2 + j\omega CR}\right)\right)V_{in}$$

$$= -\frac{5}{2}\left[\frac{2 + j\omega CR + 1 + j\omega CR}{2 + j\omega CR}\right]V_{in}$$

$$= -\frac{5}{2} \cdot \frac{3 + j\omega CR2}{2 + j\omega CR} \cdot V_{in}$$

Quindi, essendo $H(j\omega) = \frac{V_{out}}{V_{in}}$ si ha che

$$H(j\omega) = -\frac{5}{2}\left(\frac{3 + j\omega CR2}{2 + j\omega CR}\right)$$

Elettronica T -Modulo 1
31-1-2017

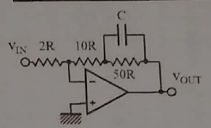
Ritirato	A	B	C1	C2	Totale
	5/5	9/9	10/10	8/8	33

cognome Ricatti	**matricola** 5 0000659636
nome Luigi Francesco	**firma** Luigi Francesco Ricatti

A Sia dato un rettificatore a semionda. Dimensionare la capacità di livellamento in modo che il ripple sia inferiore a 100mV se f= 50Hz, $120\Omega \leq R_L \leq 1K\Omega$ e $10V \leq V_{INPP} \leq 14V$. Esplicitare i passaggi.

B Sia dato un multivibratore bistabile invertente con β=0.2. Sapendo che l' Opamp ha SR=1V/µs e $L_+=-L_-=5V$, tracciare l' andamento temporale del segnale di uscita se in ingresso è applicato un segnale triangolare di frequenza 5KHz e ampiezza $4V_{PP}$.Esplicitare i passaggi.

C1 Del circuito in figura si calcoli la funzione di trasferimento e si disegnino i diagrammi di Bode (ampiezza e fase). Si consideri l' opamp ideale e in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.

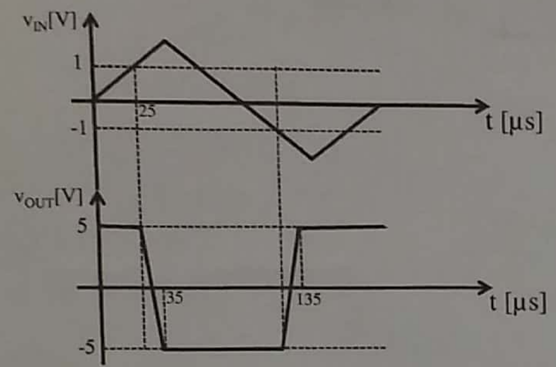


C=1.2nF
R=18KΩ
$L_+= -L_- =15V$
A_vB= 1 MHz

C2 Sia ora SR=0.5 V/µs. Sia applicato all' ingresso il segnale $v_{IN}(t)=300mV(1+\sin(\omega_0 t))$ con $\omega_0 \geq 10$ KRAD/s. Si calcoli la massima pulsazione ω_{0max} che garantisce assenza di saturazione. Esplicitare i passaggi.

A 11700 µF

B



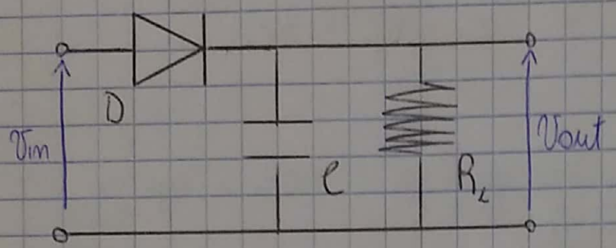
C1 $$H(j\omega) = -30\frac{1+j\omega\frac{25}{3}CR}{1+j\omega 50CR}$$

ω_P=925 RAD/s
ω_Z=5.5 KRAD/s
ω_{hf} =1.25 MRAD/s

C2 333 KRAD/s

31/1/2017

A) Rettificatore a Semi-Onda



f = frequenza = 50 Hz

$V_{RIPPLE} < 100 mV$

$10 v \leq V_{pp} \leq 14 v$

$120 \Omega \leq R_L \leq 1 K\Omega$

1) Dalla formula della Tensione di Ripple = $V_p / f \cdot C \cdot R_L$ si cha che

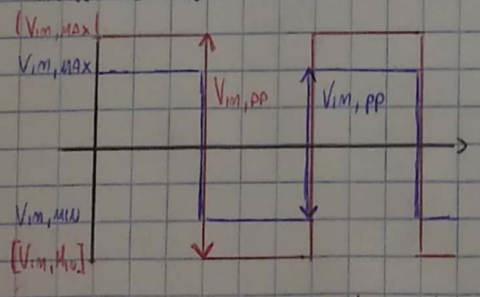
$\dfrac{V_p}{f \cdot C \cdot R_L} < 100 mV$ ed avendo una Capacità Fissa ed una Frequenza Fissa per ridurre V_{RIPPLE} è necessario utilizzare $V_{P,MAX}$ ed $R_{L,MIN}$ così da ottenere la C_{MAX} Tale che V_{RIPPLE} sia minimo

2) V_p = Tensione di Perdita che da C si scarica su R_L, quindi per calcolarla il diodo deve essere spento.

[Diodo = OFF => C scarica su R_L] => $V_p = |Vin|_{MAX} - V_\gamma$ → Considero V_γ trascurabile rispetto a Vin

$= \left|\dfrac{14}{2}\right| - 0 = 7$

[Dato che Vin è espressa in valore picco-picco, la suppongo bilanciata, quindi il suo modulo max è il suo valor medio



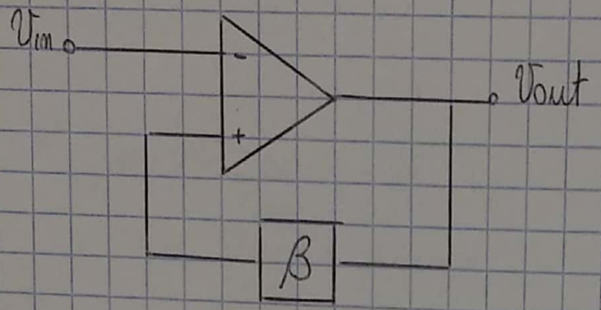
● = $Vin_{pp} = 14v$ ● = $Vin_{pp} = 10v$

③ Utilizzo la formula del V_{RIPPLE} ponendo $V_{RIPPLE} \leq 100 mV$ ed

$$\begin{cases} 100mV \leq \dfrac{V_p}{f \cdot C \cdot R_L} \\ V_p = 7v \quad R_L = 120\Omega \\ f = 50Hz \end{cases} \Rightarrow C \leq V_p / 100mV \cdot f \cdot R_L$$

$$C \leq 11,6 \ mF$$

B) Multivibratore Bistabile Invertente



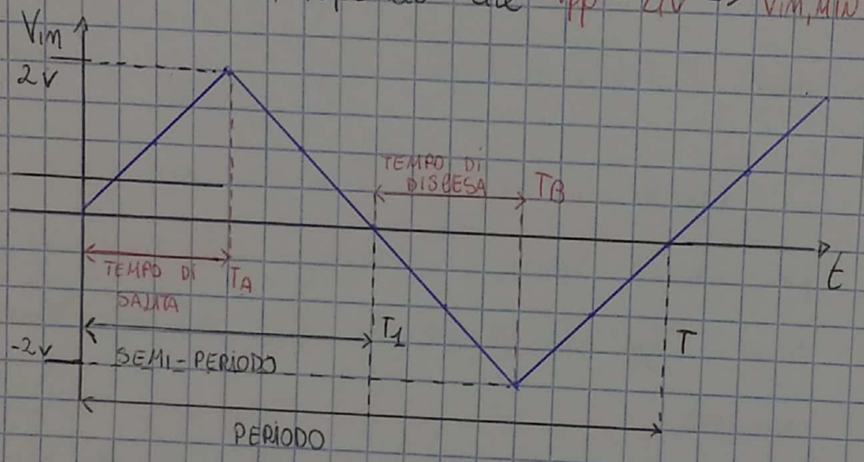
$\beta = 0,2$

$SR = 1\ V/\mu s$

$L_+ = -L_- = 5v$

① Sappiamo che V_{in} = Onda Triangolare di Freq 5 Khz e $V_{pp} = 4$

- Plottiamo V_{in}, sapendo che $V_{pp} = 4v \Rightarrow V_{in,MIN} = -2v$ e $V_{in,MAX} = 2v$

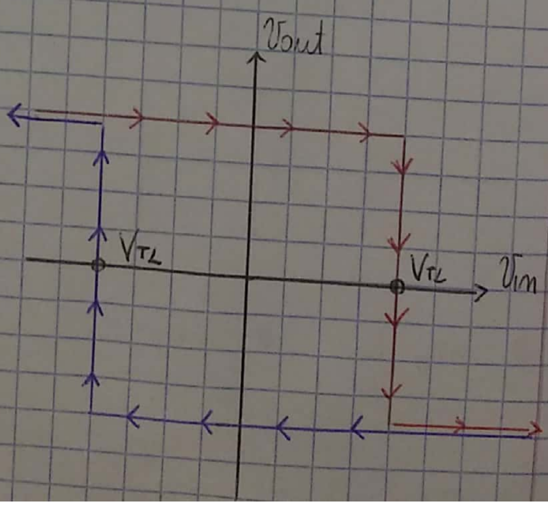


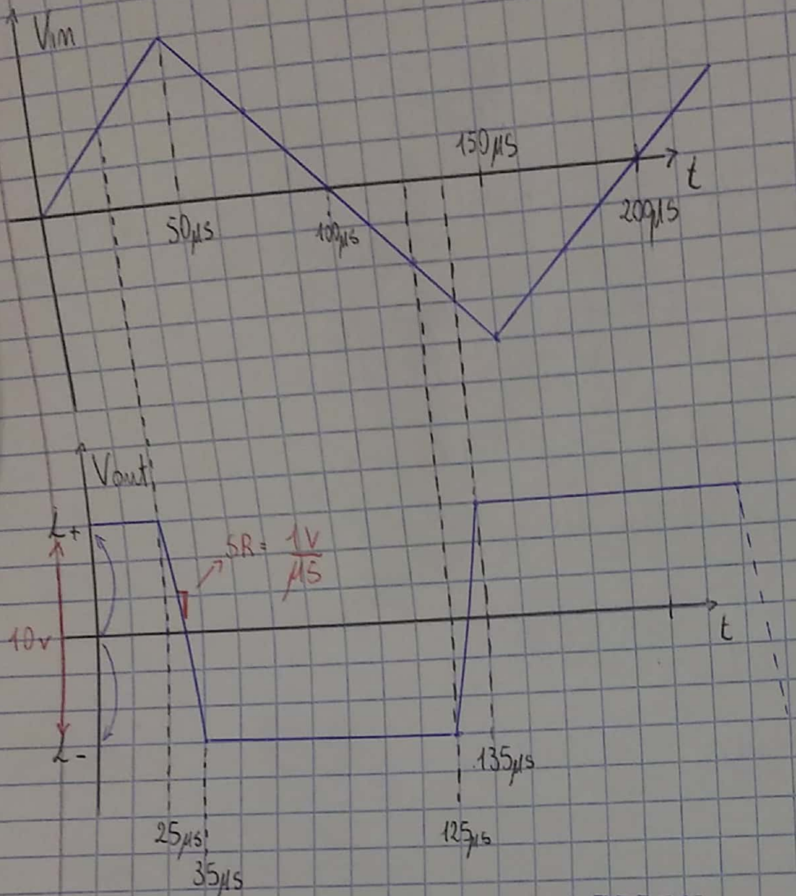
- Dalla frequenza, possiamo calcolare i vari tempi
  1) Periodo $= 1/f = 2 \times 10^{-4}$ sec $= T = 200\ \mu s$
  2) Semiperiodo $= T/2 = 1 \times 10^{-4}$ sec $= T_1 = T_2 = 100\ \mu s$
  3) Tempo di Salita $= T_A = T_B = \frac{T_1}{2} = 5 \times 10^{-5}$ sec $= 50\ \mu s$

② Conoscendo β ed $L_\pm$, posso calcolare V_{TH} e V_{TL}:

- $V_{TH} = \beta L_+ = 0,2 \cdot L_+ = 1v$.
- $V_{TL} = \beta L_- = 0,2 \cdot L_- = -1v$

Trattandosi di un multivibratore INVERTENTE si ha che per V_{in} Alta $\Rightarrow V_{out}$ Bassa



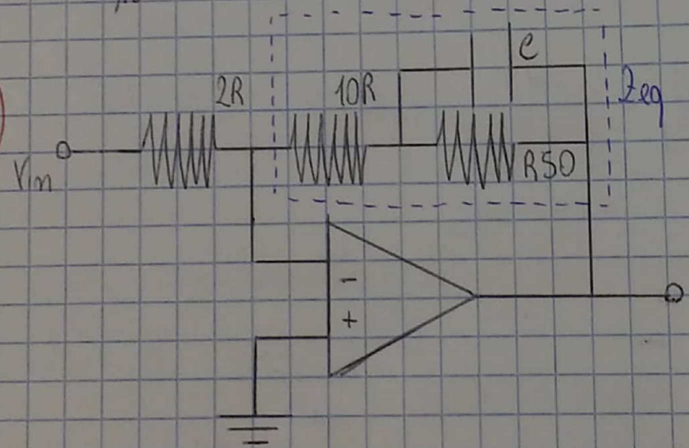


③ Dato che tra la tensione $L_+ = 5v$ e la tensione $L_- = -5v$ c'è un salto $= 10v$, e che $SR = 1v/\mu s$, allora

$$T_{V_{TH} \to V_{TL}} = \frac{10v}{SR} = 10\mu s$$

prima che Vout si stabilizzi

e)



$C = 1{,}2 \times 10^{-9}\, F$

$R = 18\, k\Omega$

$L_+ = -L_- = 15v$

$A_v B = 1MHz$

1) Calcolo $Z_{eq} = 10R + (50R \,//\, C) = 10R + \left[\frac{1}{50R} + j\omega C\right]^{-1}$

$$= 10R + \left[\frac{1 + j\omega C 50R}{50R}\right]^{-1} = 10R + \frac{50R}{1 + j\omega C R50}$$

$$= \frac{10R + j\omega C 500R^2 + 50R}{1 + j\omega C R50} = \frac{60R + j\omega 500R^2}{1 + j\omega C 50R}$$

$$= 10R \cdot \frac{6 + j\omega C 50R}{1 + j\omega C 50R}$$

Il circuito ora è un Opamp Ideale HC INVERTENTE

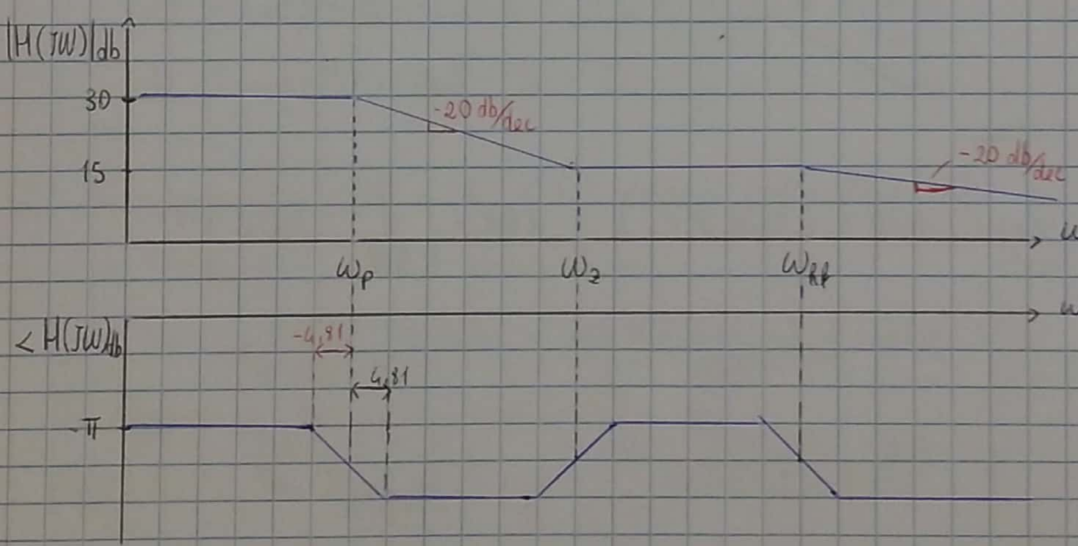
② Si ha che, il circuito è un OPAMP Ideale, in HF, INVERTENTE

quindi $V_{out} = -\frac{Z_{eq}}{2R} V_{in} = -\frac{10R}{2R} \cdot \frac{6 + j\omega C 50R}{1 + j\omega C 50R} \cdot V_{in}$

$= -5 \cdot \frac{6 + j\omega C 50R}{1 + j\omega C 50R} \cdot V_{in} = -30 \cdot \frac{1 + j\omega C \frac{25}{3} R}{1 + j\omega C 50 R} \cdot V_{in}$

③ Si ha che $H(\omega) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -30 \left[\frac{1 + j\omega C \, 25/3 \, R}{1 + j\omega C 50 R} \right]$

- $\mu < 0 \Rightarrow arg[H(0)] = -\pi$
- $|H(j\omega)|_{db} \Big|_{\omega \to 0} = 20 \log(|-30|) = 29,54$ db
- $|H(j\omega)|_{db} \Big|_{\omega \to \infty} = 20 \log\left(30 \cdot \frac{25/3}{50}\right) = 13,97$ db
- $\omega_{polo} = \frac{1}{50RC} = 925$ rad/s
- $\omega_{zero} = \frac{1}{\frac{25}{3} C R} = 5,555$ Krad/s
- Polo AvB $= \frac{AvB}{G} = \frac{AvB}{|H(j\infty)|} = \frac{1MHz}{\left|30 \cdot \frac{25/3}{50}\right|} = \frac{1MHz}{5} = 200$ KHz
- $\omega_{AVB} = \omega_{HF} = 200$ MHz $\cdot 2\pi = 1,25$ Mrad/s



31/1/2017

$SR = 0{,}5 \frac{V}{\mu s}$ Vedi T.le [RISPOSTA AD UNA SINUSOIDE IN INGRESSO]

$V_{in} = 300mV[1 + \sin(\omega_0 t)] \longrightarrow V_{out} = 300mV|H(\emptyset)| + \underbrace{300mV|H(j\omega_0)|}_{V_0}\sin(\omega_0 t)$

$\omega_0 = 10\ K\frac{rad}{s}$

① Si ha che $\omega_{MAX} = \frac{SR}{V_{0,MAX} \cdot \cos(\omega_0 t)}$

• Considero Worst Case $= \cos(\omega_0 t) = \pm 1$

Dato che $\omega_{zero} \lll \omega_0 \lll \omega_{RP}$ posso considerare $|H(j\omega_0)| = |H(j\infty)|$ quindi

$V_{0\,MAX} = V_{MEDIO} \cdot |H(j\omega_0)| = 300mV \cdot |H(j10 K\frac{rad}{s})| = 300mV \cdot |H(j\infty)| = 300mV \cdot \left|30 \cdot \frac{\frac{25}{3}}{50}\right|$

$= 300mV \cdot |5| = 1{,}5V$

② Infine si ha che:

$$\omega_{MAX} = \begin{cases} \frac{SR}{V_{0,MAX} \cdot \cos(\omega_0 t)} \\ \cos(\omega_0 t) = \pm 1 \end{cases} = \begin{cases} \frac{0{,}5 \frac{V}{\mu s}}{1{,}5V} \\ \cos(\omega_0 t) = \pm 1 \end{cases} \begin{cases} \frac{0{,}5V}{\mu s} \cdot \frac{1}{1{,}5V} \\ \cos(\omega_0 t) = \pm 1 \end{cases} \begin{cases} \frac{0{,}5}{1 \times 10^{-6}} \cdot \frac{1}{1{,}5} = 333K\frac{rad}{s} \\ \cos(\omega_0 t) = \pm 1 \end{cases}$$

sempre considerando: Worst-Case $= \cos(\omega_0 t) = \pm 1$

risulta che $\omega_{MAX} = 333{,}3\overline{3}\ K\frac{rad}{s}$

Elettronica T -Modulo 1
21-2-2017

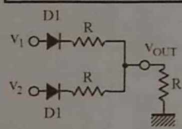
Ritirato

A	B	C1	C2	Totale
/5	/9	/10	/8	

cognome	**matricola**
nome	**firma**

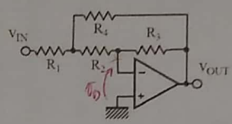
A Sia dato un convertitore AD a doppia rampa a 16 bit. Se la frequenza del clock è 10 MHz, qual è la massima velocità di campionamento per qualsiasi valore della tensione di ingresso compresa nell' intervallo [$-V_{REF}$ .. 0V]? Esplicitare i passaggi.

B Del circuito in figura si calcolino i limiti delle le regioni di funzionamento in diretta o in inversa dei diodi D1 e D2 per V_1 che varia nell' intervallo $0V \leq V_1 \leq 10V$. Esplicitare i passaggi.



$R=10\Omega$
$v_2=5V$
$V_\gamma=0.7V$

C1 Del circuito in figura si calcoli la funzione di trasferimento e si tracci la caratteristica ingresso-uscita per $v_{IN} \in$ [-15V..+15V]. Si consideri l' opamp ideale. Esplicitare i passaggi.



$R_1=R_2=10K\Omega$
$R_3=R_4=30K\Omega$
$L_+= -L_- =15V$

C2 Si calcoli l' impedenza di ingresso del circuito. Esplicitare i passaggi.

Scanned by CamScanner

A 76.3 S/s

B

D1	OFF	ON	ON
D2	ON	ON	OFF

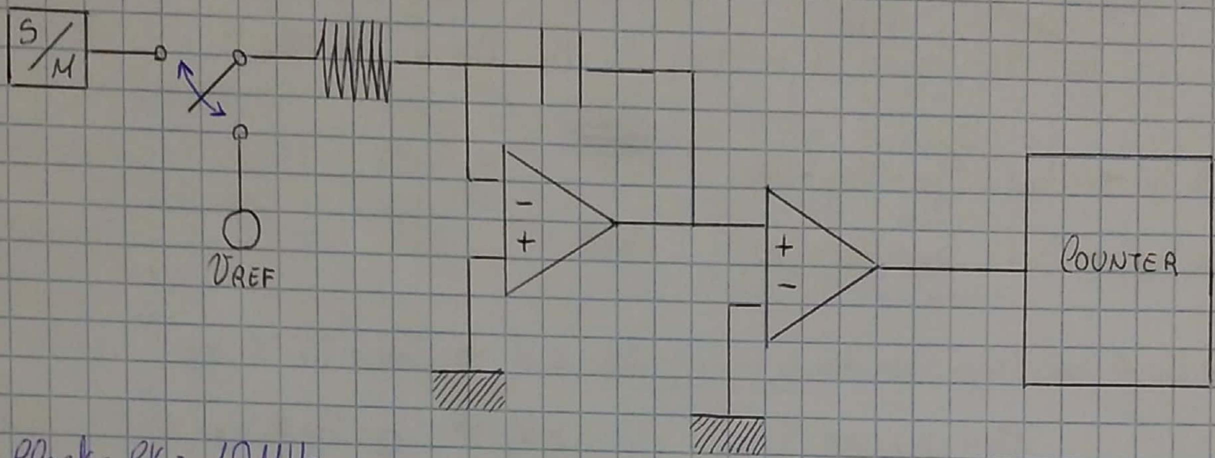
V1 0V 2.85V 9.3V 10V

C1 $v_{OUT} = -\frac{9}{10} v_{IN}$

C2 Z_{IN}=14.3 KΩ

21/2/2017

A) Convertitore AD a Doppia Rampa a 16 bit



Clock: $CK = 10\,MHz$

Trovare $Freq_{MAX}$ $\forall$ simbolo | $V_{in} \in [-V_{REF}, 0]$

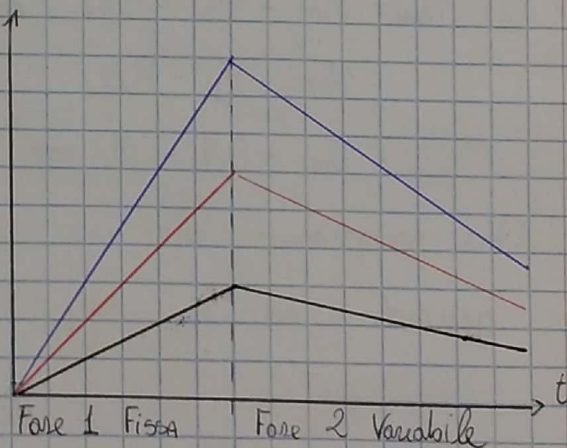
① Dalla traccia del problema posso evincere che

- 16 bit = 2^{16} simboli = 65.536 Simboli
- frequenza CK = 10 MHz => Tempo CK = $\frac{1}{f_{CK}} = 1 \times 10^{-7}$ sec
- $V_{in} \in [-V_{REF}, 0]$

② Dal grafico si notano le 2 Fasi di campionamento, il cui Worst Case → Tempo Fase 1 = Tempo Fase 2 quindi procediamo a calcolare il

$T_{FASE\,1} = 2^n \cdot T_{CK} = 2^{16} \cdot 1 \times 10^{-7}$ sec

$= 6{,}5536 \times 10^{-3}$ sec

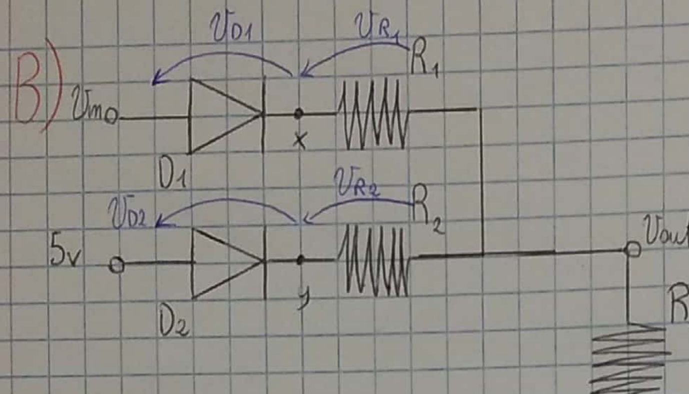


③ Ora calcoliamo il Tempo totale delle 2 Fasi (uguali nel Worst Case)

$T_{TOT} = 2^n \cdot T_{CK} + 2^n \cdot T_{CK} = (1+1)2^n \cdot T_{CK} = 2 \cdot 2^n \cdot T_{CK} = 2^{n+1} \cdot T_{CK}$

$= \frac{1024}{78125}$ secondi $\Rightarrow F_{max} = \frac{1}{T_{TOT}} = \frac{78125}{1024} = 76{,}29$ simboli/secondo

B)



$R = 10\,v = R_1 = R_2 = R_L$

$V_2 = 5v$

$V_\gamma = 0{,}7$

$V_{in} \in [0v, 10v]$

LVK "in" → $V_{out} = V_{in} - V_{D1} - V_{R1}$

LVK "out" → $V_{out} = 5v - V_{D2} - V_{R2}$

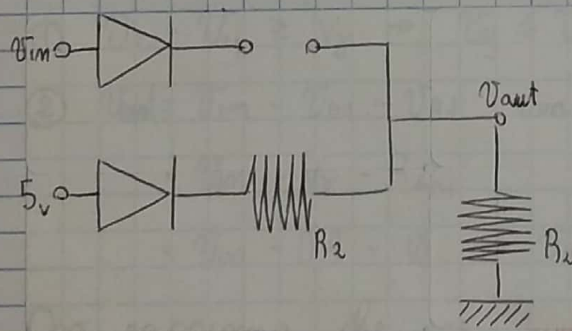
① Hp 1 → $D_1 = OFF \Rightarrow i_{D1} = 0$; $V_{D1} \le V_\gamma \Rightarrow V_{in} - V_x \le V_\gamma$

$D_2 = ON \Rightarrow i_{D2} > 0$ $\quad V_{D2} \ge V_\gamma \Rightarrow V_2 - V_y \ge V_\gamma$

- Caso Semplice → Partitore di tensione $V_{out} = f(V_y)$

$$V_{out} = \frac{R_L}{R_2 + R_L} V_y = \frac{1}{2} V_y = \frac{1}{2}(5v - V_\gamma) = 2{,}15$$

dato il risultato, possiamo utilizzarlo per esprimere al meglio il concetto



① Ho che $V_{in} - V_x \le V_\gamma$

dal circuito originale noto che

$V_x = R\,i_{D1} + V_{out}$ ma con $i_{D1} = \emptyset$

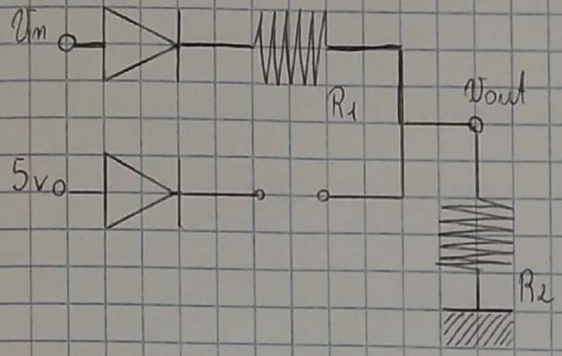
$V_x = V_{out}$ quindi

$$\begin{cases} V_{in} - V_x \le V_\gamma \\ V_{out} = 2{,}15 \end{cases} \quad \begin{cases} V_{in} - V_{out} \le V_\gamma \\ V_{out} = 2{,}15v \end{cases} \quad \begin{cases} V_{in} \le V_{out} + V_\gamma \\ V_{out} = 2{,}15v \end{cases} \quad \begin{cases} V_{in} \le 2{,}85\,v \\ V_{out} = 2{,}15 \end{cases}$$

- Affinché HP1 = Vera allora $V_{in} \le 2{,}85\,v$

Hp 2) → $D_1 = ON \Rightarrow i_{D1} > 0$ e $V_{in} - V_x \geq V_\gamma$

$D_2 = OFF \Rightarrow i_{D2} = 0$ e $5v - V_y \leq V_\gamma$



① Anche in questo caso posso applicare il partitore e vedere che $V_{out} = \frac{1}{2} V_y$ quindi se

* $V_{in} - V_y \geq V_\gamma$ allora $V_{in} - 2V_{out} \geq V_\gamma$ perciò $V_{in} \geq +V_\gamma + 2V_{out}$ affinché Hp2 sia vera. Ma Quanto Vale Vout? E quando D2 = OFF?

• Dal circuito originale si notano 2 cose

→ $V_{out} = 5v - V_y - V_{R2}$ da cui la seconda

→ $V_y = V_{R2} + V_{out}$

Nel nostro caso $V_{R2} = \emptyset$ quindi $V_y = V_{out}$ quindi

$5v - V_y \leq V_\gamma \equiv 5v - V_{out} \leq V_\gamma \Rightarrow V_{out} \geq 5 - V_\gamma$

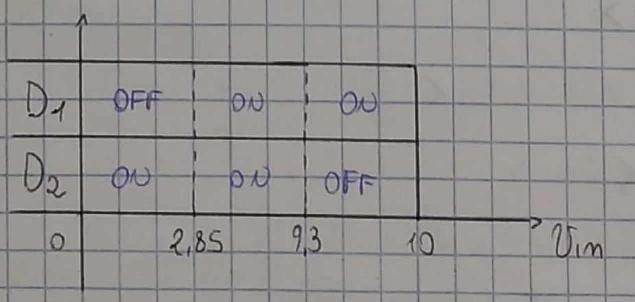
Quindi $D_2 = OFF \iff V_{out} \geq 4,3v$

se $V_{out} = 2^{-1}V_y$ e $V_y = V_{in} - V_\gamma$ allora

$V_{out} = 2^{-1}V_{in} - 2^{-1}V_\gamma$, infine

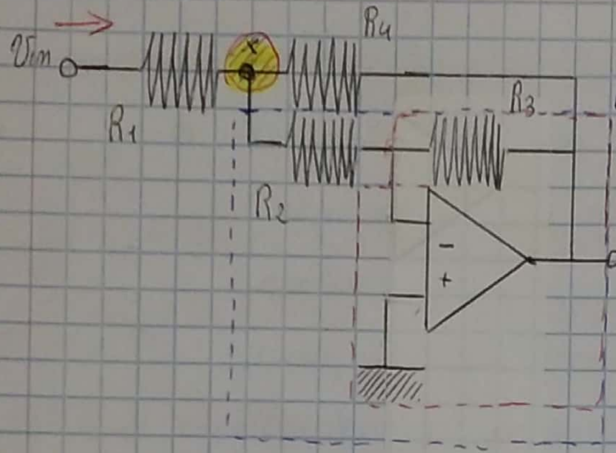
$V_{out} \geq 4,3 \Rightarrow 2^{-1}V_{in} - 2^{-1}V_\gamma \geq 4,3 \Rightarrow V_{in} \geq \dfrac{4,3 + \frac{1}{2}V_\gamma}{\cancel{2}\ \frac{1}{2}}$

quindi $V_{in} \geq 9,3v$



(1) $R_1 = R_2 = 10K\Omega$ $\quad L_+ = -L_- = 15v$

$R_3 = R_4 = 30K\Omega$



OPamp 1 = Ideale, Hg, Invertente

OPamp 1,1 = Convertitore I/V

$$V_{out} = -\frac{R_3}{R_2} V_x$$

(1) Eseguo una LKC "x" $I_{in} = I_4 + I_2$ ed esprimo correnti = tensione/resistenza

quindi $I_{in} = I_4 + I_2 \rightarrow \frac{V_{in} - V_x}{R_1} = \frac{V_x - V_{out}}{R_4} + \frac{V_x - V_{out}}{R_2 + R_3}$ con

e $V_{out} = \frac{-R_3}{R_2} V_x$, di conseguenza $V_x = \frac{-R_2}{R_3} V_{out}$

$$\frac{V_{in} - V_x}{R_1} - \left(\frac{V_x - V_{out}}{R_4}\right) - \left(\frac{V_x - V_{out}}{R_2 + R_3}\right) = \frac{V_{in} - \left(\frac{-R_2}{R_3} V_{out}\right)}{R_1} - \left[\frac{\left(\frac{-R_2}{R_3} V_{out} - V_{out}\right)}{R_4} + \frac{\left(\frac{-R_2}{R_3} V_{out} - V_{out}\right)}{R_2 + R_3}\right]$$

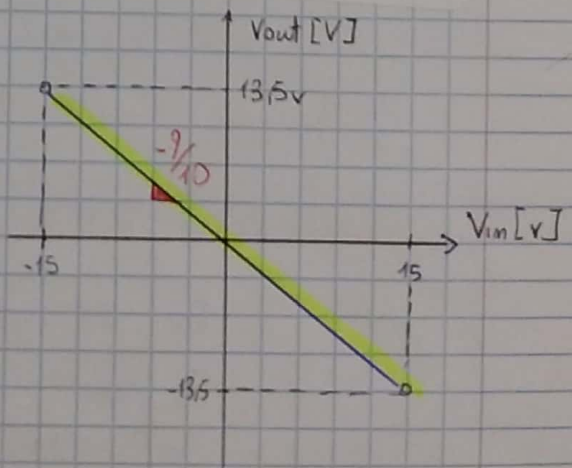
$$= \frac{V_{in}}{R_1} + \frac{1}{30K} V_{out} + \frac{1}{22{,}5K} V_{out} + \frac{1}{30K} V_{out} \rightarrow V_{out} = \left(\frac{-V_{in}}{R_1}\right) \Big/ \left[\frac{1}{30K} + \frac{1}{22{,}5K} + \frac{1}{30K}\right] = -\frac{9}{10} V_{in}$$

(2) Per la caratteristica Ingresso uscita basta

calcolare per quali valori [$V_{out} < L_+$ e $V_{out} > L_-$; quindi
↳ di vin

PASSAGGIO FACOLTATIVO

- $V_{out} < L_+ \Rightarrow -\frac{9}{10} V_{in} < L_+ \rightarrow V_{in} > -\frac{10 L_+}{9}$
  $\rightarrow V_{in} > -16{,}5v$
- $V_{out} > L_- \Rightarrow -\frac{9}{10} V_{in} > L_- \rightarrow V_{in} < -\frac{10 L_-}{9}$
  $\rightarrow V_{in} < 16{,}5v$



I valori sono al di fuori del range di Vin!

- se $V_{in} = 15_v \Rightarrow \frac{-9}{10} V_{in} = V_{out} \Rightarrow V_{out} = -13{,}5v$
- se $V_{in} = -15v \Rightarrow \frac{-9}{10}(-15) = V_{out} \Rightarrow V_{out} = 13{,}5v$

③ Dato che $H(j\omega) = \frac{V_{out}}{V_{in}}$ si ha che

$$H(j\omega) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{\left(\frac{-9}{10}\right)\cancel{V_{in}}}{\cancel{V_{in}}} = \frac{-9}{10}$$

e2) Per calcolare l'impedenza di Ingresso, si parte da

$Z_{in} = \frac{V_{in}}{I_{in}}$. Nel punto e1.1 abbiamo espresso $I_{in} = \frac{V_{in} - V_x}{R_1}$ e dato

che $V_{out} = -\frac{R_3}{R_2} V_x \Rightarrow V_x = \frac{-R_2}{R_3} V_{out}$ con $V_{out} = \frac{-9}{10} V_{in}$ quindi

$$Z_{in} = \frac{V_{in}}{I_{in}} = \frac{V_{in}}{\left[\frac{V_{in} - V_x}{R_1}\right]} = \frac{V_{in}}{\frac{V_{in}}{R_1} + \frac{R_2 V_{out}}{R_3 R_1}} = \frac{V_{in}}{\frac{V_{in}}{R_1} - \frac{9 R_2 V_{in}}{10 R_3 R_1}} = \frac{V_{in}}{V_{in}} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1} - \frac{9R_2}{10R_3R_1}\right)} = \frac{100}{7} \times 10^3 \Omega$$

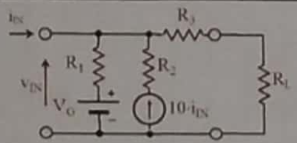
$= 14.285\ \Omega \simeq 14{,}3\ k\Omega$

1

Elettronica T -Modulo 1 13-6-2017	Ritirato	A	B	C1	C2	Totale
		8 /8	6 /6	10/10	8 /8	33

cognome RICATTI	matricola 0000659636
nome LUIGI FRANCESCO	firma Luigi Francesco Ricatti

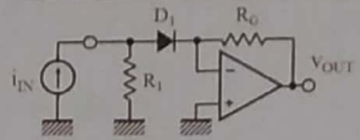
A Calcolare l 'impedenza di ingresso della rete di figura. Esplicitare i passaggi.



R_1=10KΩ
R_2=27KΩ
R_3=R_L=18KΩ
V_G=1.2V

B Sia dato un riferimento a zener. Sia V_Z=5.6V, $R_S \in$ [950Ω…1050Ω], $V_{CC} \in$ [9V…12V], $i_O \in$ [0..3mA]. Calcolare la massima potenza dissipata sul diodo zener. Esplicitare i passaggi.

C1 Del circuito in figura disegnare la caratteristica ingresso-uscita per $i_{IN} \in$ [-200μA..+200μA]. Si consideri l' OPAMP ideale. Esplicitare i passaggi.



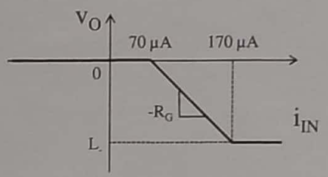
R_1=10KΩ
R_G=100KΩ
V_γ=0.7V
L_+=-L_-=10V

C2 Sia applicato in ingresso un segnale rettangolare con valor medio nullo, ampiezza 200μA_{pp} e periodo 10μs. Sapendo che l' OPAMP ha SR = 1.5 MV/s, tracciare l' andamento di $v_o(t)$ in un periodo del segnale di ingresso. Esplicitare i passaggi.

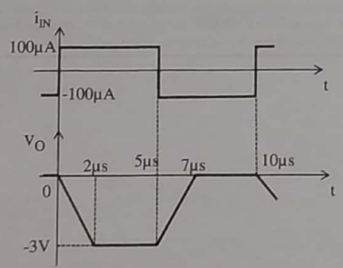
A 86 KΩ

B 38 mW

C1

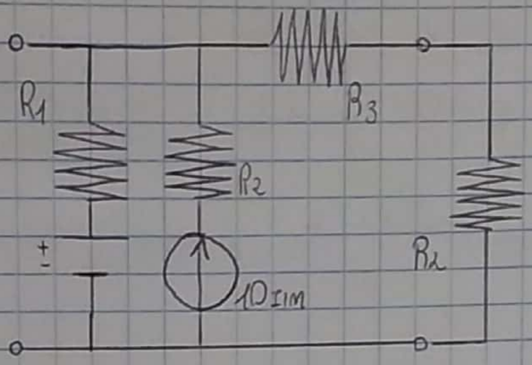


C2



13/6/2017

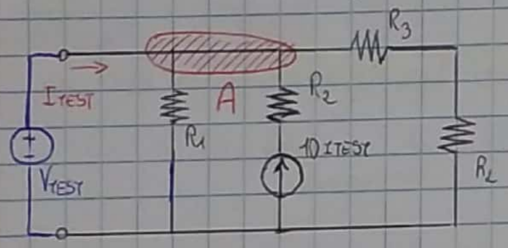
A) $R_1 = 10K\Omega$; $R_2 = 27K\Omega$; $R_3 = R_L = 18K\Omega$; $V_g = 1,2v$



① Applico il Teorema di Tevenin

- Spengo Generatore non comandato
- Applico Tensione di test

Il circuito ridisegnato è il seguente



LCK "A" $\begin{cases} I_{TEST} = I_1 - I_2 + I_3 \\ I_2 = 10\, I_{TEST} \end{cases}$

quindi $I_{TEST} + 10 I_{TEST} = I_1 + I_3$

ossia $11 I_{TEST} = I_1 + I_3$

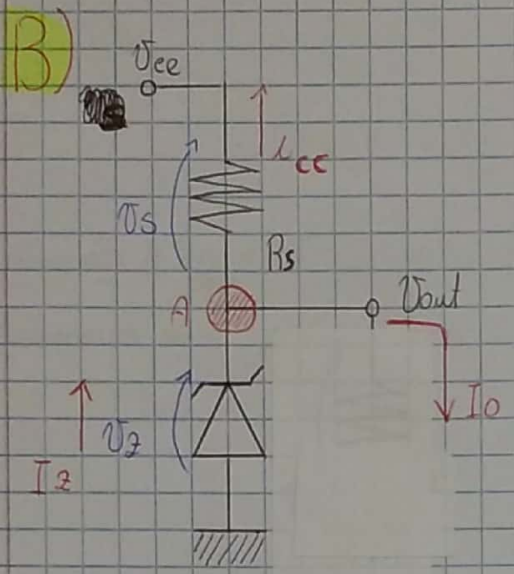
② Esprimo le correnti = Tensioni/Resistenza quindi

$$\begin{cases} 11 I_{TEST} = I_1 + I_3 \\ I_1 = V_{TEST}/R_1 \\ I_3 = V_{TEST}/R_3 + R_L \end{cases} \qquad \left\{ 11 I_{TEST} = \frac{V_{TEST}}{R_1} + \frac{V_{TEST}}{R_L + R_3} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_L + R_3}\right) V_{TEST} \right.$$

③ Infine risulta che $I_{TEST} = \frac{\left(\frac{23}{180K}\right)}{11} V_{TEST}$, da cui

$$Z_{in} = \frac{V_{TEST}}{I_{test}} = \frac{V_{TEST}}{\frac{23\, V_{TEST}}{1980K}} = \frac{1980K}{23} = 86086,95 \simeq 86\,K\Omega$$

B)



$V_z = 5{,}6\,v$

$R_s \in [950\,\Omega, 1050\,\Omega]$

$V_{ee} \in [9\,v \ldots 12\,v]$

$I_0 \in [0, 3\,mA]$

$P_{z,max} = V_z \cdot I_z$

① LCK "A" $\rightarrow$ $I_z = I_{ee} + I_0$ esprimo le correnti $= \frac{\text{TENSIONE}}{\text{RESISTENZA}}$

tuttavia ciò è possibile solo per I_{ee}, quindi si ha che

$I_{ee} = \frac{V_s}{R_s}$ ed $V_s = V_{ee} - V_z - \underbrace{\emptyset}_{\text{massa}}$

② Ottengo una nuova espressione per la corrente del Diodo

$$I_z = I_{ee} + I_0 = \left(\frac{V_{ee} - V_z}{R_s}\right) + I_0$$

③ Calcolo la Potenza Dissipata

$$P_{DIODO} = V_z I_z = V_z \cdot \left[\frac{V_{ee} - V_z}{R_s} - I_0\right]$$

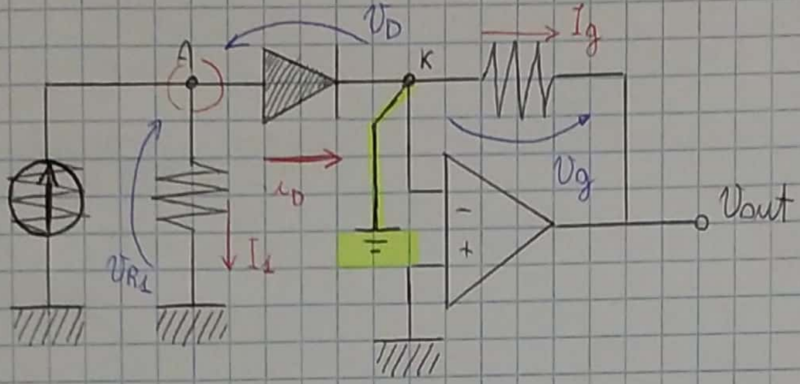
appare logico che, affinché il II membro assuma valore massimo, si devono porre

$V_{ee} = Max$; $R_s = Min$ e $I_0 = Min$, quindi

$$P_{DZ,MAX} = V_z \cdot \left[\frac{V_{ee,MAX} - V_z}{R_{s,MIN}} - I_{0,MIN}\right] = 5{,}6\,v \left[\frac{12\,v - 5{,}6\,v}{950\,\Omega} - 0\,mA\right]$$

$$= 0{,}320\,W = 320\,mW$$

e) $R_1 = 10K\Omega$; $R_g = 100K\Omega$; $V_\gamma = 0{,}7v$; $L_+ = -L_- = 10v$



Opamp Ideale $\Rightarrow i_+ = i_- = \emptyset$

L'Opamp è un Convertitore i/v quindi $V_{out} = R_g I_d$

① Visto che l'Opamp è ideale posso considerare nodo K collegato ad una massa virtuale e posso esprimere la Tensione Anodo $V_a = R_1 I_1$.

② Hp 1 → $D_1 = ON \Rightarrow V_a = R_1 I_1 \geq V_\gamma \Rightarrow i_D > 0$

Dato che $V_a \geq V_\gamma \Rightarrow R_1 I_1 \geq V_\gamma$ allora $I_1 \geq V_\gamma / R_1$ quindi

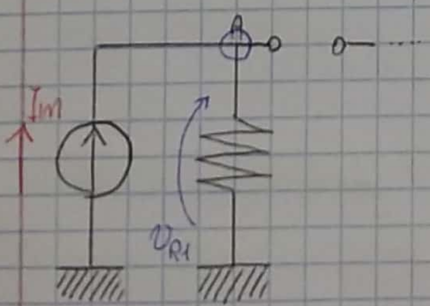
$I_1 \geq 7 \times 10^{-5} A$ affinché $D_1 = ON$

Dalla LCK "A" → $I_{in} = I_1 + I_D \Rightarrow I_D = I_{in} - I_1$ quindi

$V_{out} = -R_g I_d = -R_g (I_{in} - I_1)$ ho supposto $D_1 = ON$ quindi

$= -R_g (I_{in} - 7 \times 10^{-5} A)$

③ Hp 2 → $D_1 = OFF$ → $V_a < V_\gamma$ e $i_D = 0$ ⇒ Opamp Scollegato ⇒ $V_{out} = \emptyset$



Devo scoprire per quali valori di I_{in} il Diodo = OFF quindi

$$\left.\begin{array}{l} V_a < V_\gamma \\ V_a = R_1 I_{in} \end{array}\right\} R_1 I_{in} < V_\gamma = I_{in} < \frac{V_\gamma}{R_1}$$

infine risulta se $I_{in} < 70\mu A$ allora $D_1 = OFF$

③ SATURAZIONE

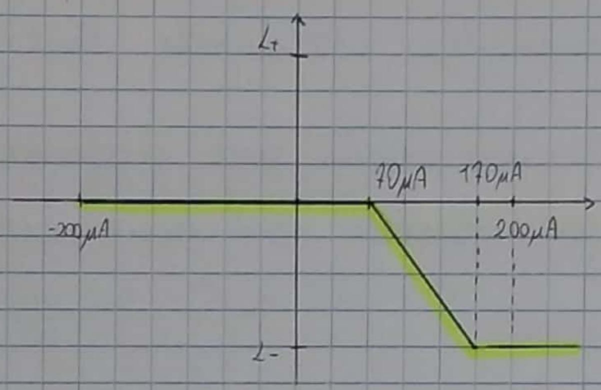
Per scoprire i valori di Saturazione, bisogna imporre $V_{out} = L_\pm$ quindi

- $V_{out} = L_+ \Rightarrow -R_g(I_{in} - 7\times10^{-5}A) = L_+ \Rightarrow I_{in} = \dfrac{10 + 7}{-R_g} = 3 \times 10^{-5} A$

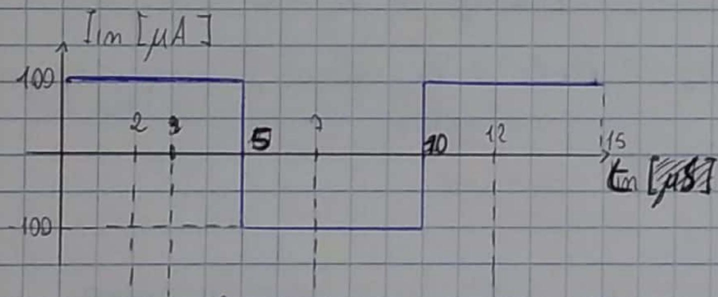
  ↳ questo caso è impossibile perché se $I_{in} < 7\times10^{-5}A$ allora $V_{out} = 0$

- $V_{out} = L_- \Rightarrow -R_g(I_{in} - 7\times10^{-5}) = L_- \Rightarrow I_{in} = \dfrac{-10-7}{-R_g} = 170\times10^{-5} A$

  ↳ questo caso è del tutto lecito

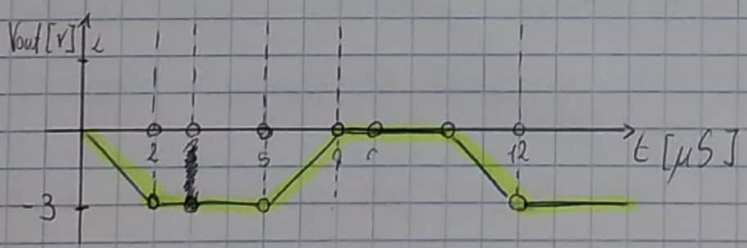


②



SR = 1 V/μS

Dato che Iin ha Valor medio = 0 e Ampiezza = 200μA, divido l'Ampiezza per 2 ottenendo i picchi



- Se $I_{in} = 100\mu A \Rightarrow V_{out} = -3$ e con $SR = 1{,}5\ V/\mu s \Rightarrow$ 2μs necessari per commutare correttamente

  PASSARE DA Vout=0 A Vout=-3

- Se $I_{in} = -100\mu A \Rightarrow V_{out} = 0$ e $SR = 1{,}5\ V/\mu s \Rightarrow$ 2μs necessari per commutare completamente per passare da Vout -3 a Vout=0

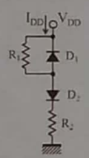
Elettronica T -Modulo 1
30-6-2017

Ritirato	A	B	C1	C2	Totale
	/8	/6	/12	/6	

cognome	**matricola**
nome	**firma**

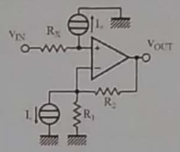
A Sia dato un multivibratore astabile. Sia $R_1=R_2=10K\Omega$, $R=27K\Omega$, $C=12nF$, $L+=10V$, $L-=-5V$. Calcolare il periodo di oscillazione. Esplicitare i passaggi.

B Tracciare la caratteristica I_{DD}-V_{DD} del circuito di figura per $V_{DD} \in [-5V..+5V]$.
Esplicitare i passaggi.



$V_\gamma=0.7V$
$R_1=12K\Omega$
$R_2=27K\Omega$

C1 Calcolare la relazione ingresso–uscita del circuito in figura. Si suppongano note I_+, I_- e R_X. Si supponga inoltre l' opamp ideale ed operante in alto guadagno Esplicitare i passaggi.

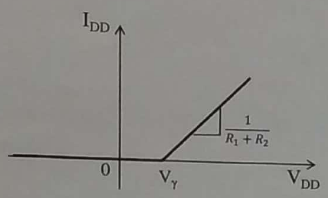


$R_1=18K\Omega$
$R_2=39K\Omega$

C2 Supponendo $I_+=I_-$, calcolare il valore di R_x che rende lineare il circuito.
Esplicitare i passaggi.

A 745 μs

B

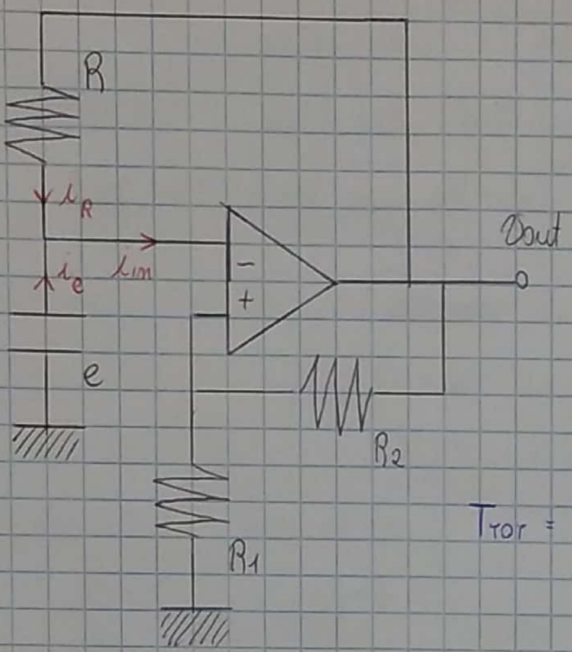


C1 $V_{OUT} = V_{IN}\left(\frac{R_1+R_2}{R_1}\right) + R_2 I_- - R_X \frac{R_1+R_2}{R_1} I_+$

C2 12.3 KΩ

30/6/2017

A)



$R_1 = R_2 = 10\,k\Omega$

$R = 27\,k\Omega$

$C = 12\,nF$

$L_+ = 10\,V$

$L_- = -5\,V$

$T_{TOT} = T_1 + T_2$

① $\beta = \dfrac{R_1}{R_1 + R_2} = \dfrac{1}{2}$; $\tau = R \cdot C = 3{,}24 \times 10^{-4}$; $V_{TH} = \beta L_+ = 5V$;

$V_{TL} = \beta L_- = -2{,}5V$

② Calcolo di T_1, cominceremo col dire che

$V_C(t) = V_{FIN} - (V_{FIN} - V_{in}) \exp(-t/\tau)$ quindi in $t = T_1$ si ha che

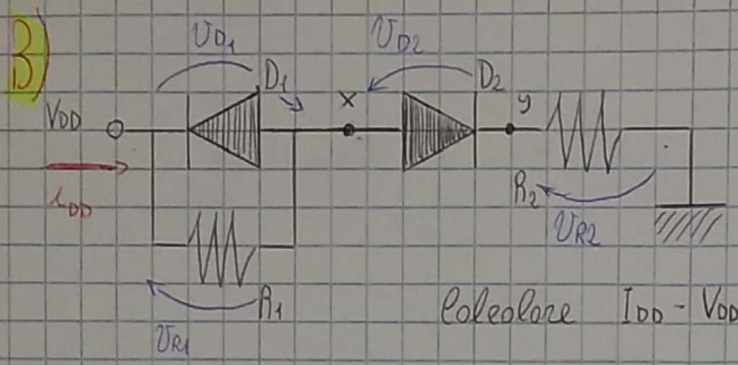
$$\begin{cases} V_{in} = V_{TH} = 5V \\ V_{FIN} = L_- \\ V_C(t) = L_- - (L_- - V_{TH}) \exp(-T_1/\tau) \Rightarrow T_1 = \tau \ln \left[\dfrac{L_- - V_{TH}}{L_- - V_{TL}} \right] = 4{,}69 \times 10^{-4}\ sec \end{cases}$$

③ Calcolo di T_2, come prima, si ha che:

$$\begin{cases} V_{in} = V_{TL} = -2{,}5V \\ V_{FIN} = L_+ \\ V_C(t) = L_+ - (L_+ - V_{TL}) \exp(-T_2/\tau) \Rightarrow T_2 = \tau \ln \left[\dfrac{L_+ - V_{TL}}{L_+ - V_{TH}} \right] = 2{,}96 \times 10^{-4} \end{cases}$$

④ $T_1 + T_2 = T_{TOT} = 7{,}451 \times 10^{-4}\ sec \simeq 745\,\mu s$

3)



$V_\gamma = 0,7v$

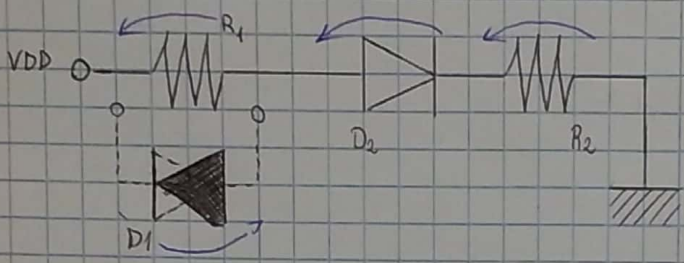
$R_1 = 12k\Omega$

$R_2 = 27k\Omega$

Calcolare $I_{DD} - V_{DD}$ con $V_{DD} \in [-5v, 5v]$

① Hp 1) $\rightarrow D_1 = OFF \Rightarrow i_{D1} = 0$ ed $V_x - V_{DD} < V_\gamma$

$\hookrightarrow D_2 = ON \Rightarrow i_{D2} = i_{DD} > 0$ ed $V_x - V_y \geq V_\gamma$



① Si nota subito che

- $(i_{DD} = i_{D2}) > 0$
- $V_{DD} - R_1 I_{DD} - V_{D2} - R_2 I_{DD} = 0$

Sapendo che $V_{D2} \geq V_\gamma$, posso considerare $V_{D2} = V_\gamma$, dunque uno le tensioni del ramo per trovare la corrente Idd

★ $V_{DD} - (R_1 + R_2) I_{DD} - V_\gamma = 0 \Rightarrow I_{DD} = \dfrac{V_{DD} - V_\gamma}{R_1 + R_2}$

② Quando DIODO 1 = OFF ?

Quando $V_{D1} < V_\gamma$ ossia quando $V_x - V_{DD} < V_\gamma$

tuttavia $V_x = -R_1 I_{D1} + V_{DD}$ quindi

$\cancel{V_{DD}} - R_1 I_{DD} - \cancel{V_{DD}} < V_\gamma$ → esplicito I_{DD}

$R_1 I_{DD} > -V_\gamma \rightarrow I_{DD} > -V_\gamma / R_1 \rightarrow \dfrac{V_{DD}}{R_1 + R_2} > V_\gamma\left(-\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_1+R_2}\right)$

$V_{DD} > V_\gamma\left[-\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_1+R_2}\right](R_1 + R_2) \Rightarrow V_{DD} > -\dfrac{9}{4} V_\gamma \Rightarrow V_{DD} > -1,575v$

③ Quando DIODO 2 = OFF

Quando $V_{D2} < V_\gamma$ ossia se $V_x - V_y < V_\gamma$ con

$V_x = V_{DD} - R_1 I_{DD}$ e $V_y = R_2 I_{DD}$, quindi

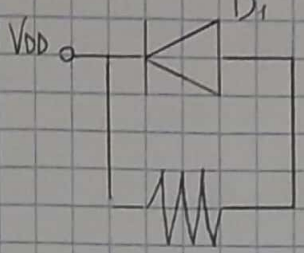
$V_{DD} - R_1 I_{DD} - R_2 I_{DD} < V_\gamma \Rightarrow V_{DD}\left(1 - \dfrac{R_1}{R_1+R_2} - \dfrac{R_2}{R_1+R_2}\right) < V_\gamma\left(1 - \dfrac{R_1}{R_1+R_2} - \dfrac{R_2}{R_1+R_2}\right)$

$\Rightarrow V_{DD} < V_\gamma$

④ Considerazioni

∘ Se $V_{DD} \cancel{\times} -9/4 \cdot V_\gamma$

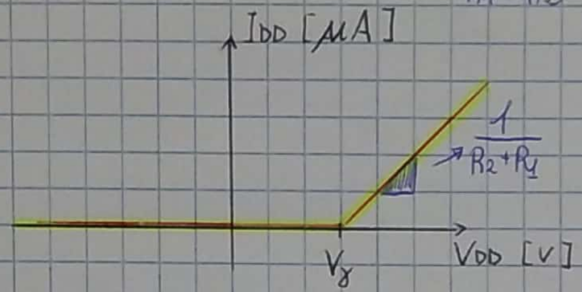
allora $i_{DD} = 0$



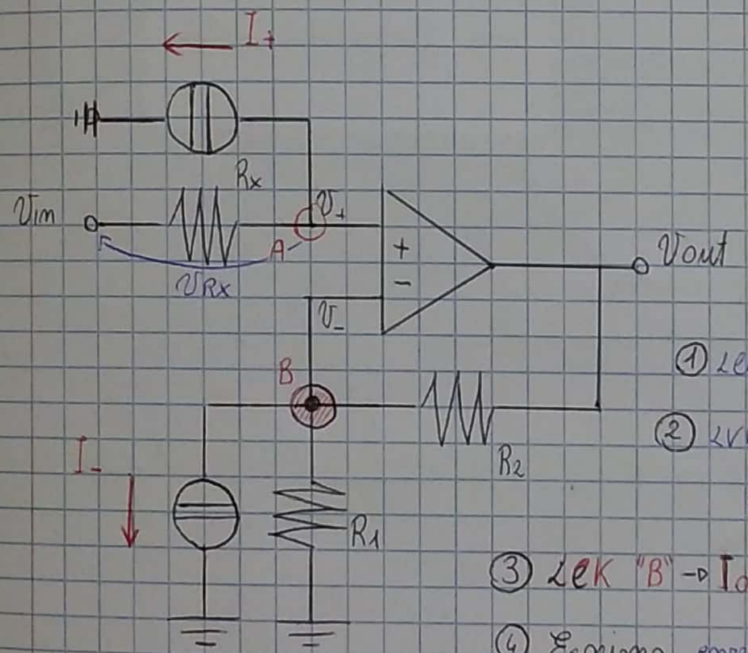
∘ Se $-9/4 \cdot V_\gamma < V_{DD} < V_\gamma$

allora $D_1 = D_2 = OFF$ → Circuito Aperto → $i_{DD} = 0$

∘ Se $V_{DD} \geq V_\gamma$ $D_1 = ON \Rightarrow I_{dd} = \frac{V_{dd} - V_\gamma}{R_1 + R_2}$



e) $R_1 = 18K\Omega$; $R_2 = 39K\Omega$



Suppongo opamp ideale ed in alto guadagno [$V_D = V_+ - V_- = 0$; $i_+ = i_- = 0$]

① LCK "A" $I_{in} = I_+ + i_+ \Rightarrow I_{in} = I_+$

② LVK "Rx" $V_{Rx} = V_{in} - V_+ \Rightarrow$

$\Rightarrow V_+ = V_{in} - R_x I_+$

③ LCK "B" → $I_{out} = I_{R1} + I_-$

④ Esprimo corrente = tensione/resistenza ricordando che $V_- = V_+$

$I_{out} = I_{R1} - I_- \rightarrow \frac{V_{out} - V_-}{R_2} = \frac{V_-}{R_1} - I_- \rightarrow \frac{V_{out} - V_+}{R_2} = \frac{V_+}{R_1} - I_-$

$$\frac{V_{out}}{R_2} - \frac{V_{in}}{R_2} + \frac{R_x}{R_2} I_+ = \frac{V_{in}}{R_1} - \frac{R_x}{R_1} I_+ + I_-$$

$$\frac{V_{out}}{R_2} = \left(\frac{V_{in}}{R_2} + \frac{V_{in}}{R_1}\right) - \left(\frac{R_x}{R_2} I_+ + \frac{R_x}{R_1} I_+\right) + I_-$$

$$V_{out} = V_{in}\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) - R_x I_-\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + R_2 I_-$$

$$V_{out} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot V_{in} - \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot R_x \cdot I_+ + R_2 I_-$$

(2) Affinché un circuito sia lineare, devono essere verificate le seguenti proprietà:

- $f(kx) = k f(x)$
- $f(x+y) = f(x) + f(y)$

affinché siano soddisfatte è necessaria una funzione nella forma $y = mx$ e verificare per quale valore di R_x, risulta nulla la "q" quindi

$$V_{out} = \left[\frac{R_1 + R_2}{R_1}\right] V_{in} + R_2 I - R_x \left[\frac{R_1 + R_2}{R_1}\right] I$$

① $R_2 - R_x\left[\frac{R_1 + R_2}{R_1}\right] = 0 \Rightarrow R_x = +R_2\left[\frac{R_1}{R_1 + R_2}\right] = 12{,}31\ k\Omega$

Nota di Francesco

Le funzioni nella forma $y = mx + q$ con $q \neq 0$ sono dette *Lineari Affini* ed è un abuso di notazione e non implica che siano lineari, anzi **non** lo sono.

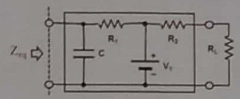
Es $f(x) = [5x + 3] \rightarrow f(kx) \neq k f(x)$ e questo basta a definirla non lineare

Elettronica T -Modulo 1
11-9-2017

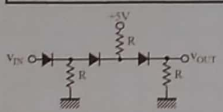
A	B	C1	C2	Totale
/7	/8	/9	/8	

cognome	matricola
nome	firma

A Sia data la rete di figura. Calcolare l' impedenza equivalente vista alla porta di ingresso. Esplicitare i passaggi.

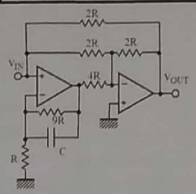


B Sia dato il circuito a diodi di figura. Tracciare la caratteristica V_{IN}-V_{OUT} per $V_{IN} \in$ [0V..5V]. Esplicitare i passaggi



V_γ=0.7V
R=27KΩ

C1 Dato il circuito a OPAMP di figura si determini la funzione di trasferimento. Tracciare il diagramma di Bode del modulo della FDT e si determinino le pulsazioni di eventuali poli e zeri. Si considerino gli OPAMP ideali ed in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.

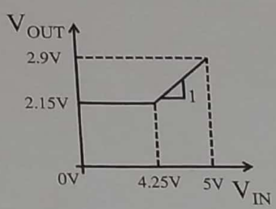


L_+= $-L_-$=14.5V
R=12KΩ
C=3.9nF

C2 Sia ora $v_{IN}(t)$= 1V + $V_p\sin(\omega_0 t)$ con ω_0= 50 KRAD/s. Si determini il valore massimo di V_P che garantisce assenza di saturazione degli OPAMP. Esplicitare i passaggi.

A R$_1$//C

B

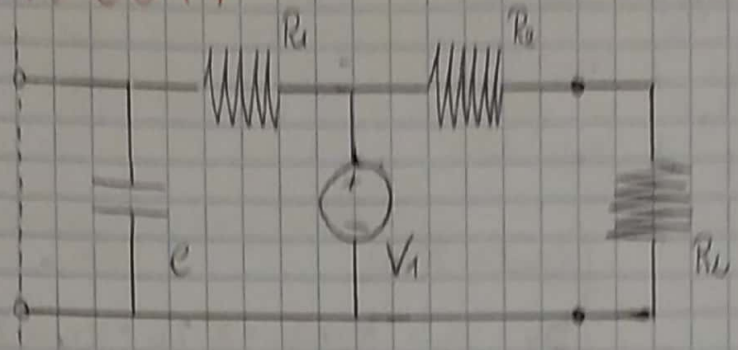


C1 $H(j\omega) = -6\frac{1+j\frac{9}{4}RC}{1+jRC}$

C2 4.5V

11/09/2017

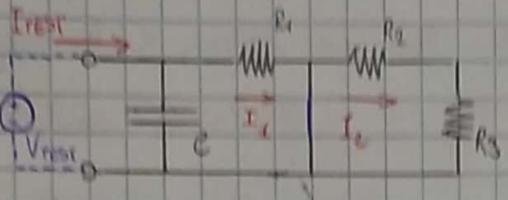
A)



Calcolare Z_{eq}

① Applico Teorema di Thevenin => Spengo V_1 = []

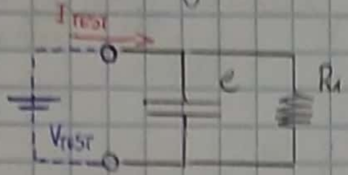
=> Applico Tensione V_{test} in ingresso



• A causa del cto-cto, non circola corrente su R_2 ed R_3 => $I_2 = \emptyset$

infatti $V_{cc} = [R_2 + R_3] I_2 = 0$

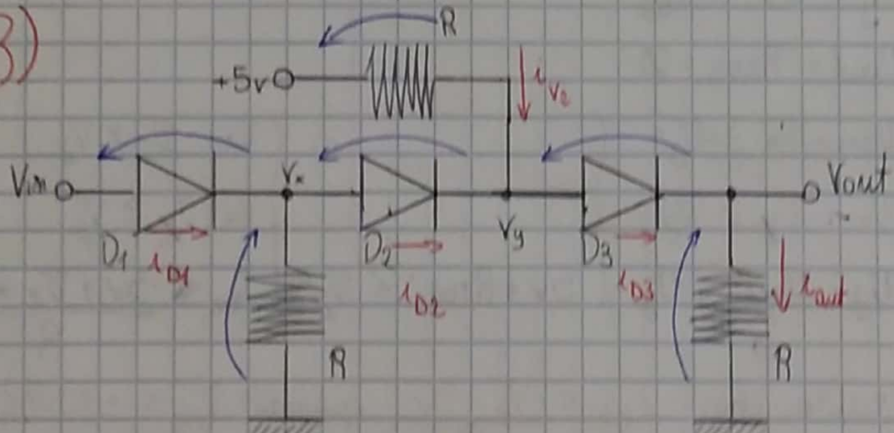
② Ridisegno il circuito



Si ha che $Z_p = R_1 // C$ e dato che $V_{test} = Z_p I_{test}$ si può concludere che

$$\begin{cases} Z_{eq} = \dfrac{V_{test}}{I_{test}} = \dfrac{Z_p I_{test}}{I_{test}} = Z_p \\ Z_p = R_1 // C \end{cases} \quad Z_{eq} = Z_p = R_1 // C$$

B)



Calcolare $V_{in} - V_{out}$ con

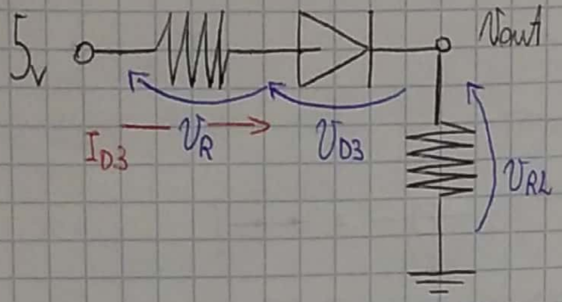
$R = 27k\Omega$

$V_\gamma = 0.7v$

Hp 1) $D_3 = ON \Rightarrow V_y - V_{out} \geq V_\gamma$ e $i_{D3} > 0$

$D_1 = OFF \Rightarrow V_{in} - V_x \leq V_\gamma$ e $i_{D1} = 0$

$D_2 = OFF \Rightarrow V_x - V_y < V_\gamma$ e $i_{D2} = 0$



$$\begin{cases} V_{out} = R I_{D3} \\ 5v - V_y = R I_{D3} \Rightarrow V_y = 5v - R I_{D3} \\ V_y - V_{out} > V_\gamma \Rightarrow 5v - R I_{D3} - R I_{D3} > V_\gamma \end{cases}$$

Quindi $5v - 2R I_{D3} \geq V_\gamma \Rightarrow -2R I_{D3} \geq V_\gamma - 5v \Rightarrow 2R I_{D3} \leq 5v - V_\gamma$

di conseguenza $I_{D3} \leq \dfrac{5v - V_\gamma}{2R}$ $\quad I_{D3} \leq 7{,}9629 \times 10^{-5}$ Ampere

- Dato che I_{D3} risulta maggiore-uguale di Ø la Ipotesi è confermata
- Dato che $V_y - V_{out} \geq V_\gamma$ si ha che risulta vera se

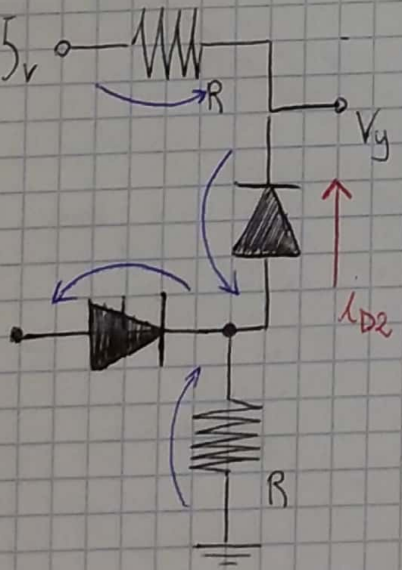
$- V_{out} \geq V_\gamma - V_y \Rightarrow V_{out} \leq V_y - V_\gamma \Rightarrow V_{out} \leq 5v - R I_{D3} - V_\gamma$

quindi $V_{out} \leq 2{,}15\,v$

Hp2) $D_3 = OFF \Rightarrow V_y - V_{out} < V_\gamma$ e $i_{D3} = 0$

$D_1 = ON \Rightarrow V_{in} - V_x \geq V_\gamma$ e $i_{D1} > 0$

$D_2 = ON \Rightarrow V_x - V_y \geq V_\gamma$ e $i_{D2} > 0$



$V_y = 5v + R I_{D2}$

$V_{out} = R I_{D3} = Ø$

$$\begin{cases} V_{in} - V_x \geq V_\gamma \\ V_x - V_y \geq V_\gamma \\ V_y - \underset{Ø}{V_{out}} < V_\gamma \end{cases} \quad \begin{cases} \\ \\ 5v + R I_{D2} < V_\gamma \end{cases} \quad \begin{cases} V_{in} - V_x \geq V_\gamma \\ V_x - V_y \geq V_\gamma \\ I_{D2} < \dfrac{-5v + V_\gamma}{R} \end{cases}$$

risulta che $I_{D2} < \dfrac{V_\gamma - 5v}{R}$ quindi $I_{D2} < -1{,}5925 \times 10^{-4}$

dato che I_{D2} risulta minore di Ø la Ipotesi non verificata

T1.1.D T.R

Hp 3)

$D_1 = ON \Rightarrow V_{in} - V_x \geq V_\gamma$ e $I_{D1} > 0$

$D_2 = ON \Rightarrow V_x - V_y \geq V_\gamma$ e $I_{D2} > 0$

$D_3 = ON \Rightarrow V_y - V_{out} \geq V_\gamma$ e $I_{D3} > 0$

Dalle disequazioni risulta che:

$$\left.\begin{array}{l} V_x \leq V_{in} - V_\gamma \\ V_y \leq V_x - V_\gamma \\ V_{out} \leq V_y - V_\gamma \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{cases} V_x \leq V_{in} - V_\gamma \\ V_y \leq V_{in} - 2V_\gamma \\ V_{out} \leq V_{in} - 3V_\gamma \end{cases}$$

LVK = $V_{in} - V_\gamma - V_\gamma V_\gamma = V_{out}$

da cui se ne ricava che $V_{in} \geq V_{out} + 3V_\gamma$

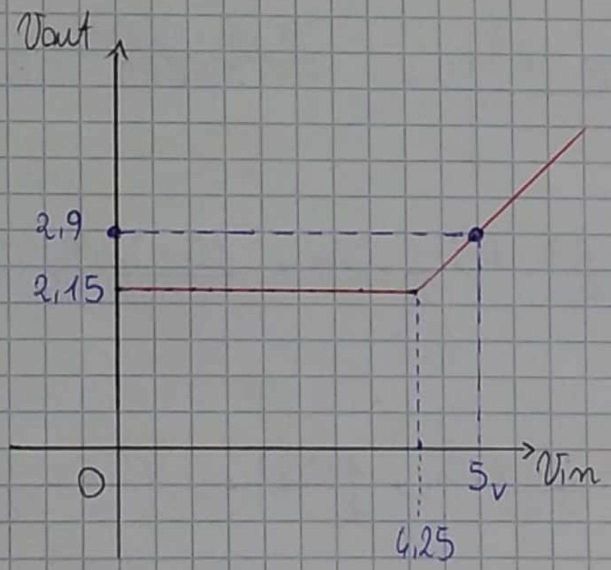
Da ciò si evince che, se Hp1 = Vera $\forall\, v_{out} \leq 2{,}15\,v$ allora

dalla LVK $V_{in\text{-}out}$ si ha che Hp1 = Vera $V_{in} - 3V_\gamma \leq 2{,}15$ di

quindi Hp1 = Vera $\forall\, V_{in} < 4{,}15$

Da qui ~~qua~~ si evince che Hp3 = Vera $\forall\, V_{out} > 2{,}15$ e $\forall\, V_{in} > 4{,}15$

con $V_{out} = \underline{1} \cdot V_{in} - 3V_\gamma$.

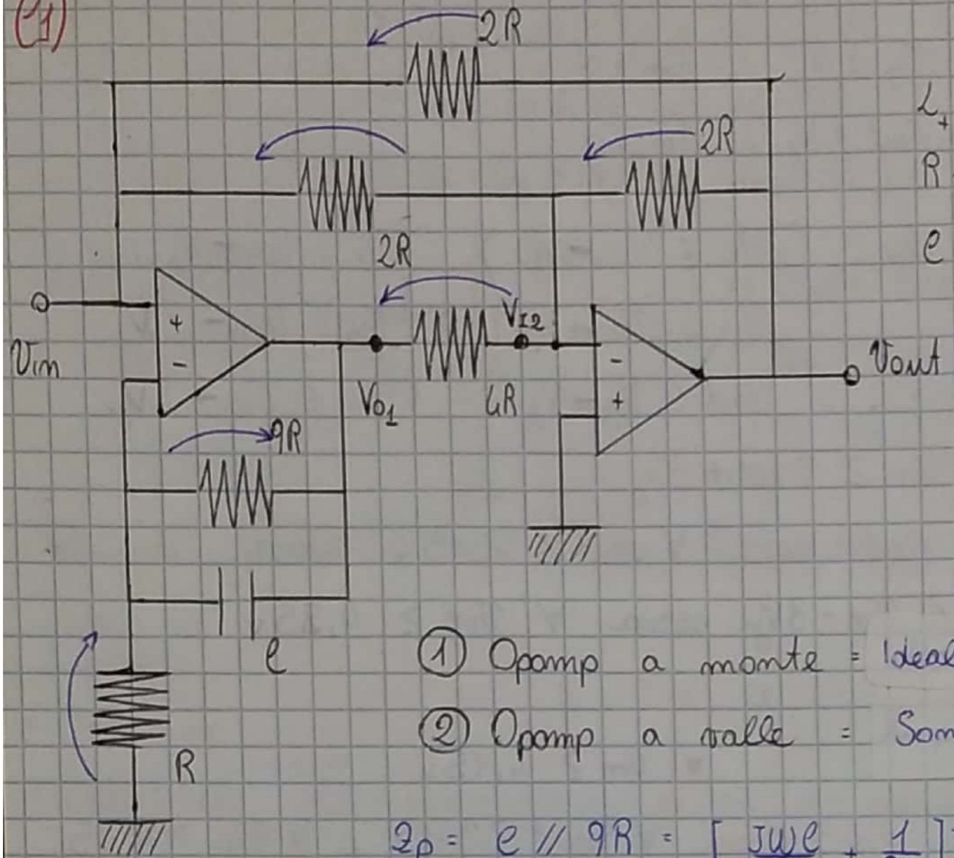


Quindi se:

$$\begin{cases} V_{in} < 4{,}25\,v \\ V_{out} = 5_v - R_{I_{D3}} - V_\gamma \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_{in} \geq 4{,}25 \\ V_{out} = V_{in} - 3\,v \end{cases}$$

C1)



$V_+ = -V_- = 14,5\,v$

$R = 12\,k\Omega$

$C = 9,3\,mF$

① Opamp a monte = Ideale HB non invertente con Impedenza

② Opamp a valle = Sommatore Invertente

$$Z_p = C \,//\, 9R = \left[\frac{j\omega C}{1} + \frac{1}{9R}\right]^{-1} = \frac{9R}{1 + j\omega C 9R}$$

Opamp a Monte:

$$V_{o1} = \frac{Z_p + R}{R} \cdot V_{in} = \left[\frac{\left(\frac{9R}{1+j\omega C9R} + R\right)}{R}\right] V_{in} = \frac{9R + R + j\omega C R^2 9}{1 + j\omega C R 9} \cdot \frac{1}{R} \cdot V_{in}$$

$$= \frac{10 + j\omega C R 9}{1 + j\omega C R 9} \cdot R \cdot \frac{1}{R} \cdot V_{in} = \frac{10 + j\omega C R 9}{1 + j\omega C R 9} V_{in}$$

Opamp a Valle

$$V_{out} = -2R\left(\frac{V_{in}}{2R} + \frac{V_{o1}}{4R}\right) = -\frac{2R}{2R}\left(V_{in} + \frac{1}{2} V_{o1}\right) = -\left(V_{in} + \frac{1}{2}\left(\frac{10 + j\omega C R 9\, V_{in}}{1 + j\omega C R 9}\right)\right)$$

$$= -V_{in} \cdot \left(1 + \frac{10 + j\omega C R 9}{2 + j\omega C R 18}\right) = -V_{in}\left(\frac{2 + j\omega C R 18 + 10 + j\omega C R 9}{2 + j\omega C R 18}\right)$$

$$= -V_{in}\left(\frac{12 + j\omega C R 27}{2 + j\omega C R 18}\right) = -V_{in}\left(\frac{12}{2} \cdot \frac{1 + j\omega C R \frac{27}{12}}{1 + j\omega C R 9}\right)$$

$$= -6 \cdot \frac{1 + j\omega C R \frac{9}{4}}{1 + j\omega C R 9} \cdot V_{in}$$

$$H(j\omega) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -6\,\frac{1 + j\omega C \frac{9}{4} R}{1 + j\omega C\, 9R}$$

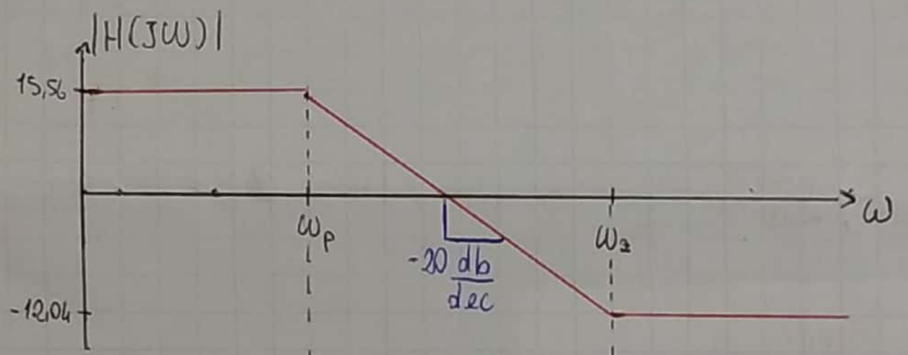
① $\mu < 0 \Rightarrow \angle H(j0) = -\pi$

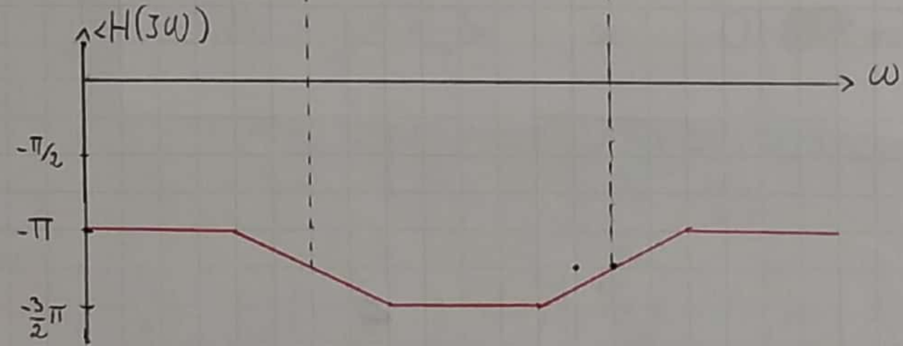
② $\left|H(j\omega)\right|_{\omega \to 0} = 20\log(6) = 15{,}56 \text{ db}$

$\left|H(j\omega)\right|_{\omega \to \infty} = 20\log\left(\frac{9/4}{9}\right) = -12{,}04 \text{ db}$

③ $\omega_z = \dfrac{1}{9/4 \cdot R \cdot C} = 3982{,}477 \ \dfrac{rad}{s}$

$\omega_p = \dfrac{1}{9 \cdot R \cdot C} = 995{,}61 \ \dfrac{rad}{s}$





(2) $v_{in}(t) = 1_v + V_p \sin(\omega_0 t)$

$\omega_0 = 50 \ Krad/s$

Si nota che il segnale $v_{in}(t)$ ha componenti in continua ed alternata

Si chiede di evitare la saturazione e dato che il Opamp a Monte:

Ideale HB non Invertente Satura Prima di Opamp a Valle, va considerata solo la fdt del 1° Opamp

$$V_{o1} = 10 \cdot \frac{1 + j\omega C \frac{9}{10}R}{1 + j\omega C 9R} \cdot v_{in} \Rightarrow H(j\omega) = 10\left(\frac{1 + j\omega C \, 9/10 R}{1 + j\omega C 9R}\right)$$

Se l'ingresso è $v_{in}(t) = 1_v + V_p \sin(\omega_0 t)$ allora

$$V_{out} = \underbrace{1_v \cdot |H(j\emptyset)|}_{\text{componente in continua}} + \underbrace{V_p |H(j\omega_0)|}_{\text{compo-nente in alternata a } \omega_0 = 50 K rad/s} \sin(\omega_0 t) = v_{in}(H(j\omega))$$

$$|v_{out}| = 1 + |10| + V_p \left|10 \frac{9/10}{9}\right| = |H(j\emptyset)| v_{in}(\emptyset) + |H(j\omega_0)| v_{in}(j\omega_0)$$

Dato che dobbiamo evitare la saturazione, si pone che

$$\begin{cases} |v_{o1}|_{max} < 14{,}5_v \\ |v_{o1}| = |10 + V_p H(j\omega_0)| = \left|10 + V_p 10 \cdot \frac{\left(\frac{9}{10}\right)}{9}\right| = \star \end{cases}$$

$$\begin{cases} \left|10 + V_p \cdot \frac{10 \cdot 9/10}{9}\right| < 14{,}5 \\ |v_{o1}| = \star \end{cases} \quad \begin{cases} |V_p| \cdot 1 < 14{,}5 - 10 \\ |v_{o1}| = \star \end{cases}$$

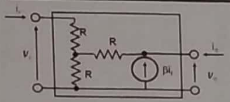
$$\begin{cases} |V_p| < 4{,}5 \leftarrow \text{FATTO} \\ |v_{o1}| = \star \end{cases}$$

Elettronica T -Modulo 2
14-1-2016

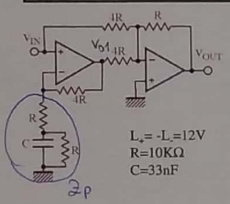
A	B1	B2	B3	Totale
/9	/9	/8	/7	

cognome	**matricola**
nome	**firma**

A Sia dato il 2-porte lineare in figura. Calcolare gli elementi della matrice **Z**. Esplicitare i passaggi.



B1 Sia dato il circuito a OPAMP di figura. Nell' ipotesi che entrambi gli OPAMP siano ideali e in alto guadagno, calcolare la funzione di trasferimento e disegnarne il diagramma di Bode del modulo. Esplicitare i passaggi



$L_+ = -L_- = 12V$
$R = 10K\Omega$
$C = 33nF$

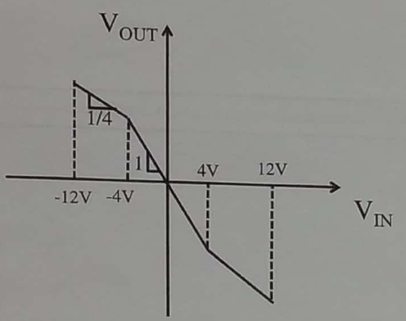
B2 Si tracci la caratteristica statica per $V_{IN} \in [-12V..12V]$. Esplicitare i passaggi.

B3 Supponendo ora che gli OPAMP abbiano SR=1V/ µs, determinare la massima ampiezza di un segnale sinusoidale con ω= 100 KRAD/s applicato all' ingresso che non induca in limitazione gli OPAMP. Esplicitare i passaggi.

A. $Z_I=R(2+\beta)$ $Z_R=R$
$Z_F=R(1+2\beta)$ $Z_O=2R$

B1. $H(j\omega) = -\frac{1+\frac{3}{4}j\omega RC}{1+\frac{1}{2}j\omega RC}$

B2.



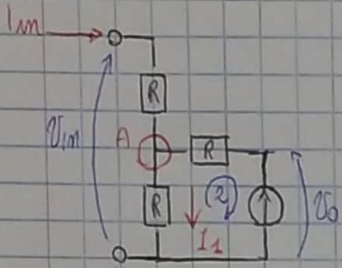
B3. $V_{Mmax}=2V$

14/11/2016

A) Calcolare la matrice delle Impedenze Z pari a:

$$\begin{bmatrix} V_{in} \\ V_{out} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_I & Z_R \\ Z_F & Z_O \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_{in} \\ I_O \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{cases} V_{in} = Z_I I_{in} + Z_R I_{out} \\ V_{out} = Z_O I_{out} + Z_F I_{in} \end{cases}$$

① Calcolo Z_{in} ponendo $I_{out} = 0 \Rightarrow V_{in} = Z_{in} I_{in}$



LCK "A" $\quad I_1 = I_{in} + \beta(I_{in}) = (1+\beta)I_{in}$

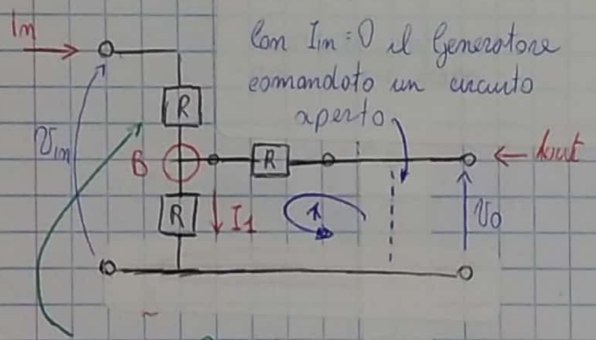
dato che $V_{in} = R \cdot I_{in} + R \cdot I_1$

$= R\left(I_{in} + [1+\beta]I_{in}\right)$

$= R(2+\beta)I_{in}$

quindi $\boxed{Z_{in} = \frac{V_{in}}{I_{in}} = (2+\beta)R}$

② Calcolo Z_R ponendo $I_{in} = 0 \Rightarrow V_{in} = Z_R I_{out}$



Questa Resistenza, avendo corrente nulla, non genera tensione

LKC "B" $\rightarrow I_1 = \cancel{I_{in}} + I_{out} = I_{out}$

quindi $V_{in} = R I_{out} = R I_1$

di conseguenza $\boxed{Z_R = R}$

③ Calcolo Z_o ponendo $I_{in} = 0 \Rightarrow V_{out} = Z_o I_{out}$ (vedi disegno 2)

con una LKV "1" $\rightarrow V_o - R I_{out} - R I_1 = 0$

come prima: LKC "B" $\rightarrow I_1 = I_{out} + \cancel{I_{in}}$

quindi: $V_{out} = R(I_{out} + I_{out}) = 2R\,I_{out}$

da cui si evince che $\boxed{Z_o = \frac{V_o}{I_o} = 2R}$

④ Calcolo Z_F ponendo $i_0 = \emptyset \Rightarrow V_{out} = Z_F I_{in}$ (vedi disegno 1)

Dalla LKK "2" $\rightarrow V_0 - R I_1 - R\beta I_{in}$

e dalla LCK "A" $I_1 = I_{in} + \beta I_{in} = (1+\beta) I_{in}$

si ha che $V_{out} = R I_1 + R\beta I_{in} = R(\beta + 1 + \beta) I_{in} = (1+2\beta) R I_{in}$

quindi $Z_F = \frac{V_{out}}{I_{in}} = R(1+2\beta)$

$B_1)$ $L_+ = -L_- = 12V$; $R = 10k\Omega$; $C = 33nF$

① Opamp 1 = Opamp Ideale Hg non invertente con

- $Z_P = R + C /\!/ R = R\left(\frac{2 + JWCR}{1 + JWCR}\right)$
- $V_{O1} = + \frac{4R + Z_P}{Z_P} V_{in} = 3\left(\frac{1 + JWCR\,5/6}{1 + JWCR\,1/2}\right) V_{in} = \frac{6 + JWCR5}{2 + JWCR} V_{in}$

② Opamp 2 = Sommatore Invertente

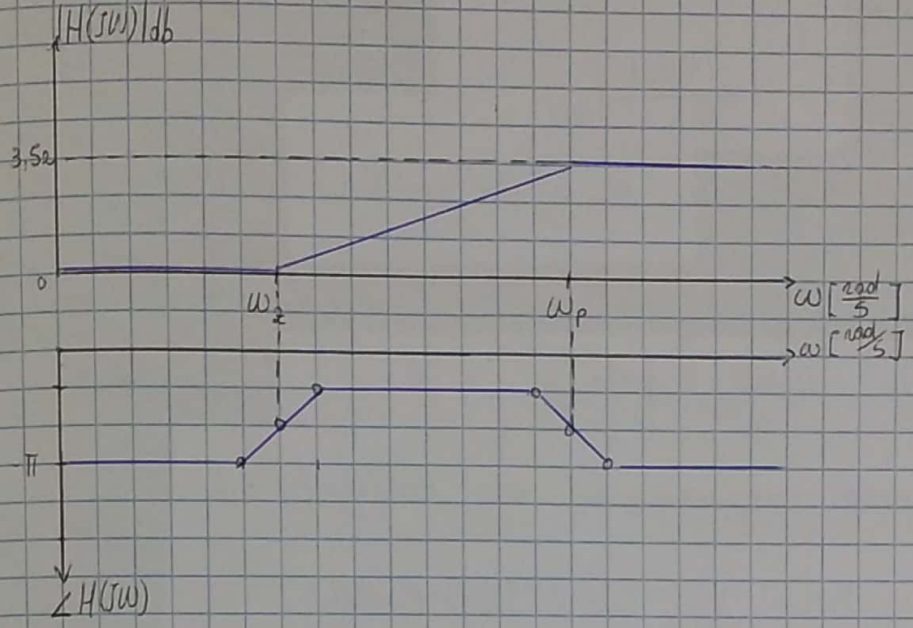
$$V_{out} = \frac{-R}{4R}\left(V_{in} + V_{O1}\right) = -\frac{1}{4} V_{in}\left(1 + \frac{6 + JWCR5}{2 + JWCR}\right)$$

$$= -\frac{1}{4} \cdot \frac{8}{2} \cdot \frac{1 + JWCR\,3/4}{1 + JWCR\,1/2} \cdot V_{in} = -\frac{1 + JWCR\,3/4}{1 + JWCR\,1/2} \cdot V_{in}$$

③ Quindi $H(JW) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{1 + JWCR\,3/4}{1 + JWCR\,1/2}$

- $\mu < 0 \Rightarrow \angle H(J\emptyset) = -\pi$
- $|H(J\emptyset)| = 20\log\left(\mu \frac{1}{1}\right) = 0\ db$
- $|H(J\infty)| = 20\log\left(\mu\left[(3/4)/(1/2)\right]\right) = 3{,}52\ db$
- $\omega_z = \frac{1}{CR\,3/4} = 4040{,}404\ rad/s$
- $\omega_p = \frac{1}{CR\,1/2} = 6060{,}606\ rad/s$

Scanned by CamScanner



B2)

① Vediamo per quali valori di V_{in}, gli opamp saturano, tuttavia

V_{in} = Corrente Diretta => Regime Statico => Capacità nulla

- Opamp 1 → $V_{o1} = \frac{4R + 2R}{2R} V_{in} = 3 V_{in}$

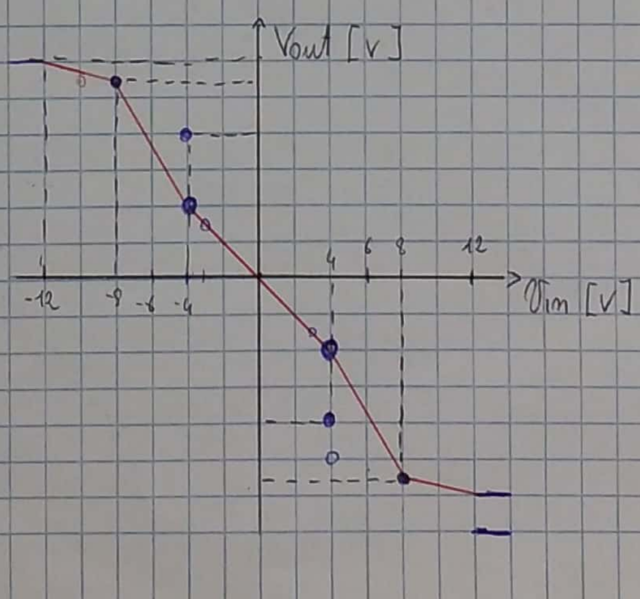
  quindi se $V_{o1} < L_+ \rightarrow V_{in} < \frac{L_+}{3} \rightarrow V_{in} < 4V$

  e se $V_{o1} > L_- \Rightarrow V_{in} > -4V$

- Opamp 2 → $V_{out} = -\frac{1}{4}(V_{in} + V_{o1}) = -\frac{V_{in}}{4} - \frac{3}{4} V_{in} = -V_{in}$

  quindi se $V_{out} < L_+ \Rightarrow V_{in} > -12V$

  e se $V_{out} > L_- \Rightarrow V_{in} < 12V$



B3) $SR = 1V/\mu s = \left|\frac{dV_{out}}{dt}\right|_{MAX}$

$\omega_0 = 100\,Krad \Rightarrow V_{in} = V_M \sin(\omega_0 t)$

1. Dato che $\omega_0 >>> \omega_p$ consideremo che

$$SR = \left|\frac{dV_{out}}{dt}\right| = \left|\frac{d|V_{in} H(j\omega)|}{dt}\right| = \left|\frac{d\, V_M H(j\omega_0) \sin(\omega_0 t)}{dt}\right| = |V_M H(j\omega_0)\omega_0 \cos(\omega_0 t)|$$

nel Worst case $\Rightarrow \cos(\omega_0 t) = 1$

Sempre considerando il Worst case si ha che Opamp 1 satura prima mentre Opamp2 è ancora in HG.

Quindi dato che $|V_{out}| \simeq |-V_{in}| = V_{in}$ e che $V_{o1} = V_{in_2}$ si considera dominante la dinamica dell'$H(j\omega)$ del primo opamp, tale che

$$|H(j\omega_0)|_{OPAMP1} = |H(j\infty)|_{OPAMP1} = \left|3 \cdot \frac{5/6}{1/2}\right| = 5$$

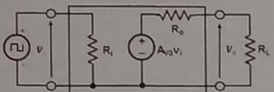
Quindi $SR = V_M \cdot \omega_0 \cdot 5 \cdot 1 \Rightarrow V_M = \frac{SR}{\omega_0 \cdot 5 \cdot 1} = 2V$

Elettronica T -Modulo 2
28-1-2016

A	B1	B2	C	Totale
10/10	12/12	5/5	5/5	32

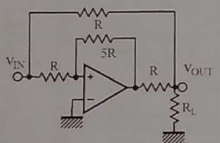
cognome Riccatti	matricola 0000659636
nome Luigi Francesco	firma Luigi Francesco

A Sia dato l'amplificatore lineare in figura. Calcolare il rendimento nelle condizioni indicate. Esplicitare i passaggi.



V_i= SQW(0V , 1V , 1KHz , 50%)
R_i=500Ω, R_o=1KΩ, R_L=2KΩ
A_{V0}=3, V_{CC}=5V, I_{CC}=1mA, I_{GND}=1mA

B1 Sia dato il circuito a OPAMP di figura. Nell' ipotesi che l' OPAMP sia ideale, calcolare la relazione v_{OUT} - v_{IN} e tracciare la caratteristica statica per $V_{IN} \in$ [-5V..5V]. Esplicitare i passaggi.



L_+= $-L_-$=10V
R=20KΩ
R_L=20KΩ

B2 Determinare l' impedenza di ingresso del circuito per V_{IN}=3V . Esplicitare i passaggi.

C Sia dato un ADC. Sapendo che la dinamica di ingresso è 5V, calcolare in numero minimo di bit affinché la risoluzione sia migliore di 1mV. Esplicitare i passaggi.

A. $\eta=20\%$

B1. $v_{OUT}=\frac{V_{IN}\pm L}{3}$

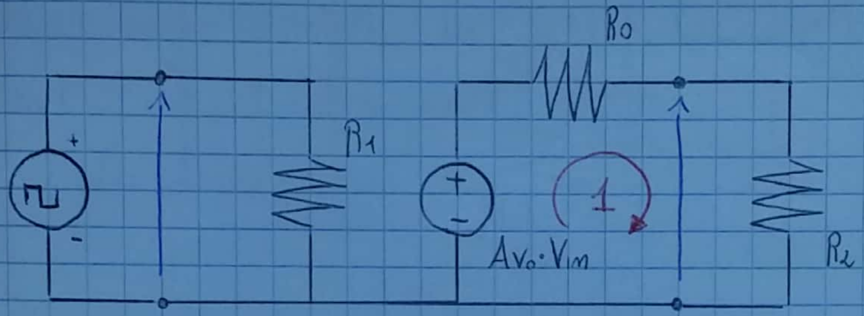
B2. $Z_{IN}=24K\Omega$

C. $N=13$

28/1/2016

A) $V_{in} = SQW[0, 1, 1KHz, 50\%]$; $R_1 = 500\Omega$; $R_0 = 1K\Omega$; $R_L = 2K\Omega$

$A_{V_0} = 3$; $V_{ee} = 5v$; $I_{ee} = 1mA$; $I_{GND} = 1mA$



① Rendimento $\rightarrow \eta = \frac{P_{out}}{P_S} \cdot 100$

Parametri necessari → Potenza Sorgente = $V_{ee} \cdot I_{ee}$ = $5mW = P_S$

↳ Potenza in Uscita = $V_{out} \cdot I_{out}$

② Calcolo V_{out} e I_{out}

LVK "1" → $A_{V_0} V_{in} = R_0 I_0 + R_L I_0$ → Si noti che V_{in} è un'onda quadra che varia tra 1v e 0v

- V_{out} = Partitore di tensione $A_{V_0} V_{in} \left[\frac{R_L}{R_L + R_0}\right]$ quindi

$$V_{out} \begin{cases} = 2v \text{ se } V_{in} = 1v \\ = 0v \text{ se } V_{in} = 0v \end{cases}$$

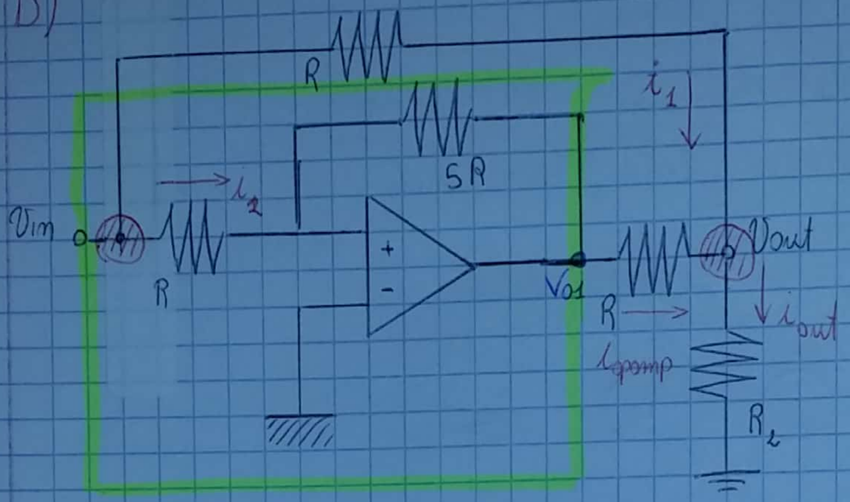
- I_{out} = dalla LVK "1" = $\frac{A_{V_0} V_{in}}{R_L + R_0}$ → come sopra, la corrente assume valori dipendenti da V_{in}

$$I_{out} \begin{cases} = 1mA \text{ se } V_{in} = 1v \\ = 0mA \text{ se } V_{in} = 0v \end{cases}$$

③ Calcolo del Rendimento → Ovviamente è inutile calcolarlo quando $V_{in} = 0$ e l'amplificatore non è alimentato, quindi considero V_{out} e I_{out} solo per i valori di $V_{in} = 1v$, ottenendo

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_S} \cdot 100 = 100 \frac{V_{out} \cdot I_{out}}{5mW} = \frac{2mW}{5mW} \cdot 100 = 40$$

B) $L_+ = L_- = 10v$; $R = 20K\Omega$; $R_L = 20K\Omega$



L'opamp risulta essere un Multivibratore Bistabile Non invertente, ideale ($i_+ = i_- = 0$) ed in Hg ($V_D = 0$)

① Partiamo con un una LCK su V_{out}:

$I_{out} = i_1 + i_{opamp}$ ed esprimo corrente = TENSIONE/RESISTENZA

$$\frac{V_{out}}{R_L} = \frac{V_{in} - V_{out}}{R} + \frac{V_{o1} - V_{out}}{R}$$ dato che $R_L = R$ si ha che

$$\frac{V_{out}}{R} + \frac{V_{out}}{R} + \frac{V_{out}}{R} = \frac{V_{in}}{R} + \frac{V_{o1}}{R}$$ quindi $$\frac{3}{R} V_{out} = \frac{V_{in}}{R} + \frac{V_{o1}}{R}$$

$$\Rightarrow V_{out} = \frac{1}{3} V_{in} + \frac{1}{3} V_{o1}$$

② trattandosi di un Multivibratore Bistabile, la sua uscita V_{o1} potrà essere solo o L_+ o L_-, bisogna capire per quali valori di V_{in}, essa sarà L_+ o L_-, quindi bisogna scoprire

$$V_{TH} = (-L_-)\left(\frac{-R}{5R}\right) = +2v \quad e \quad V_{TL} = (-L_+)\left(\frac{-R}{5R}\right) = -2v$$

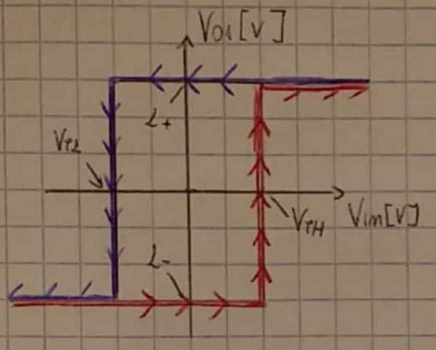
Quindi

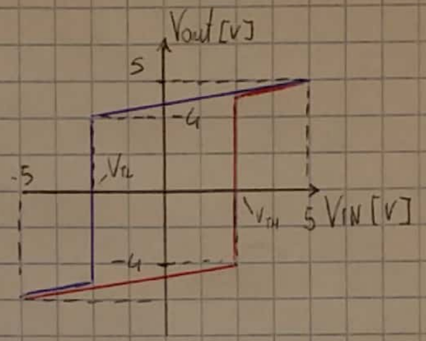
$$\begin{cases} \forall V_{in} \geq V_{TH}, \ V_{o1} = L_+ \Rightarrow V_{out} = \frac{1}{3} V_{in} + \frac{1}{3} L_+ \\ \forall V_{in} \leq V_{TL} \quad V_{o1} = L_- \quad V_{out} = \frac{V_{in}}{3} + \frac{1}{3} L_- \end{cases}$$

③ Calcolo V_{out} e V_{o1} nei valori interessanti, ossia

$V_{in} = \{-5, -2, 2, 5\}$

- $V_{in} = 5 \Rightarrow V_{O1} = L_+ \Rightarrow V_{out} = 5$
- $V_{in} = 2 \Rightarrow V_{O1} = L_+ \Rightarrow V_{out} = 4$
- $V_{in} = -2 \Rightarrow V_{O1} = L_- \Rightarrow V_{out} = -4$
- $V_{in} = -5 \Rightarrow V_{O1} = L_- \Rightarrow V_{out} = -5$





B2) Si sa che l'impedenza d'ingresso è pari a $Z_{in} = V_{in}/I_{in}$

① Calcolo I_{in}, con una LCK "In" $\rightarrow i_n = i_1 + i_2$ ed esprimo corrente = TENSIONE/RESISTENZA

$$i_{in} = \frac{V_{in} - V_{out}}{R} + \frac{V_{in} - V_{O1}}{R + 5R} = \frac{1}{R}\left(V_{in} - \tfrac{1}{3}V_{in} - \tfrac{1}{3}V_{O1} + \tfrac{1}{6}V_{in} - \tfrac{1}{6}V_{O1}\right)$$

$$= \frac{1}{R}\left[V_{in}\left(1 - \tfrac{1}{3} + \tfrac{1}{6}\right) + V_{O1}\left(-\tfrac{1}{3} - \tfrac{1}{6}\right)\right] = \frac{\left(V_{in}\frac{5}{6} - V_{O1}\frac{1}{2}\right)}{R}$$

② Calcolo Z_{in}

$$Z_{in} = \frac{V_{in}}{i_{in}} = \frac{V_{in}}{\left[\frac{\frac{5}{6}V_{in} - \frac{1}{2}V_{O1}}{R}\right]} = \frac{R\,V_{in}}{\left(\frac{5}{6}V_{in} - \frac{1}{2}V_{O1}\right)}$$

Corrente $I_{in} < 0$, scorre al contrario

$\rightarrow$ Quando $V_{in} > 2 \Rightarrow V_{O1} = 10V$, quindi se $V_{in} = 3 \Rightarrow I_{in} = -1{,}25\times10^{-4}$

$$Z_{in} = \frac{R(3)}{\left(\frac{5}{6}(3) - \frac{1}{2}(10)\right)} = 24\,k\Omega$$

$\rightarrow$ anche la corrente I_n è negativa il valore in Ω di Z_{in} è sempre positivo, è la corrente con il suo segno a dare segno alla tensione

c) Dato un ADC, sapendo che la Dinamica d'ingresso = 5v, calcolare il massimo ✱bit affinché la risoluzione sia migliore di 1mV

① Data la Risoluzione Analogica = 1mV si ricorda che questa è riscrivibile come

$$\text{Risoluzione Analogica} = \Delta = \frac{V_{FS}}{2^n} \quad \text{con } V_{FS} = (V_{in,MAX} - V_{in,MIN})$$

$$= \frac{(V_{in,MAX} - V_{in,MIN})}{2^n} = \frac{5v - 0v}{2n} = 1mV$$

② Per calcolare il ✱ è sufficiente invertire la formula con l'uso dei logaritmi:

$$\frac{5v}{2^n} = 1mV \Longrightarrow n = \log_2\left(\frac{5v}{1mV}\right) = 12{,}28 \simeq 13^{*}$$

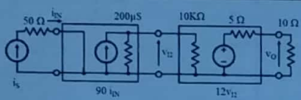
* dato che la risoluzione deve essere migliore, si arrotonda all'intero successivo, quindi il nostro ADC potrà distinguere più simboli per volta, diventando più "risolutivo"

Elettronica T -Modulo 2 17-2-2016

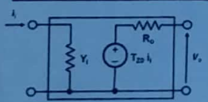
A1	A2	B1	B2	Totale
9/9	6/6	8/8	/9	23

cognome RICATTI	**matricola** 50000659636
nome LUIGIFRANCESCO	**firma** [illegible]

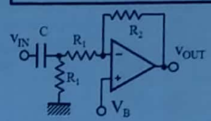
A1 Sia dato l' amplificatore multistadio di figura. Calcolare la transimpedenza dv_O/di_{IN} nelle condizioni indicate. Esplicitare i passaggi.



A2 Dell' amplificatore del punto precedente si calcolino i valori dei parametri del modello equivalente della seguente figura. Esplicitare i passaggi.



B1 Del circuito in figura determinare la relazione ingresso-uscita. Si ipotizzi l' OPAMP ideale e in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.



v_{IN}=10mV· sin(ω_0t), V_B=1V

B2 Dimensionare C,R_1 e R_2 in modo che a) l' impedenza di ingresso a 10 KHz sia pari a 10 KΩ , b) Il segnale di uscita abbia valor medio 2V e c) la frequenza di taglio inferiore rispetto all' ingresso sia 80Hz . Esplicitare i passaggi.

A1 $T_Z = 2.4M\Omega$

A2 $Y_{IN} = \infty S$

$R_O = 5\Omega$

$T_{Z0} = 3.6M\Omega$

B1 $$v_O = -\frac{R_2}{2R_1}\frac{j\omega R_1 C}{1 + j\omega\frac{CR_1}{2}}v_{IN} + \frac{R_2 + 2R_1}{2R_1}V_B$$

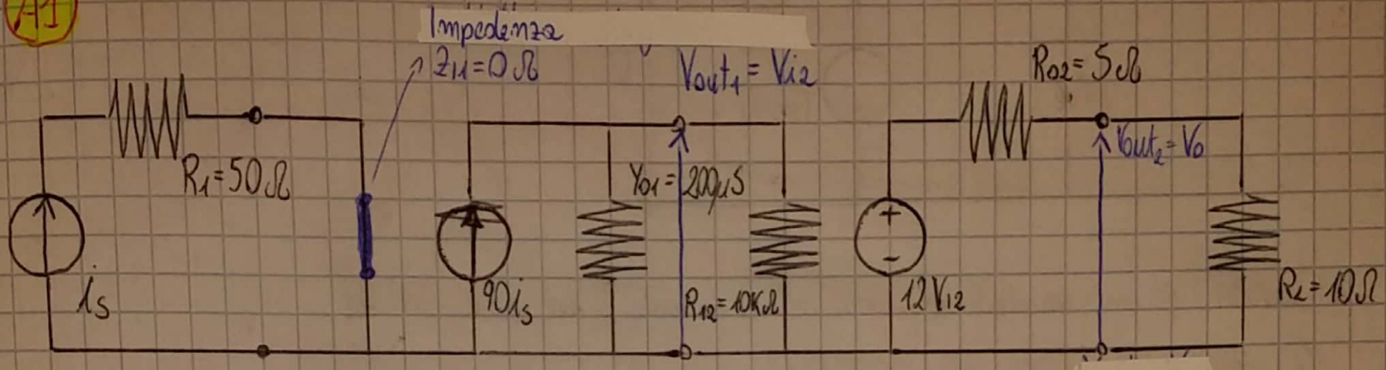
B2 $R_1 = 20K\Omega$

$R_2 = 40K\Omega$

$C = 199nF$

/12/2016

A1



$$\frac{dV_o}{dI_s} = \frac{dV_o}{dV_{i2}} \cdot \frac{dV_{i2}}{dV_{is}}$$

① Calcolo $V_{out_1} = V_{i2}$ in funzione di I_s

- Calcolo Y_{o1} in Ω e faccio il parallelo con R_{i2}

$$\begin{cases} Y_{o1} = \dfrac{1}{Z_{o1}} = Z_{o1} = \dfrac{1}{200\mu S} = 5\,K\Omega \\ Z_{op} = Z_{o1} \,//\, R_{i2} = \dfrac{Z_{o1} R_{i2}}{Z_{o1} + R_{i2}} \end{cases} \quad V_{i2} = 90 I_s \cdot Z_{op} = 300 \times 10^3 I_n$$

quindi $\boxed{\dfrac{dV_{i2}}{dI_s} = 300 \times 10^3}$

② Calcolo $V_{out_2} = V_o$ in funzione di $V_{out_1} = V_{i2}$

- Legge del Partitore di Tensione

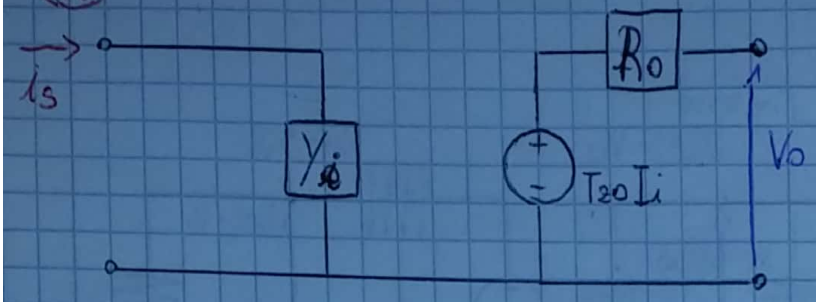
$$V_o = 12 V_{i2} \cdot \frac{R_L}{R_{o2} + R_L} = 8 V_{i2} \Rightarrow \boxed{\frac{dV_o}{dV_{i2}} = 8}$$

③ Infine

$$\boxed{\frac{dV_o}{dI_s} = \frac{dV_o}{dV_{i2}} \cdot \frac{dV_{i2}}{dI_s} = 8 \cdot 300 \times 10^3 = 2{,}4 \times 10^6 = T_Z}$$

Transimpedenza con carico R_L

A2



Questo è un modello equivalente [a vuoto] del circuito A1

① Calcoliamo Y_0.

Dato che si tratta di un amplificatore lineare i/v equivalente del multistadio A1, come Ammettenza Y_0 si prende la Impedenza d'Ingresso del Primo Stadio che essendo un ctocto equivale a

$$\begin{cases} Y_i = (Z_{11})^{-1} = (0)^{-1} = \infty\ S \\ Z_{11} = 0\ \Omega \end{cases}$$

② Calcoliamo R_0

Dato che si tratta di un amplificatore lineare i/v equivalente del multistadio A1, come Impedenza R_0 si prende l'Impedenza di Uscita Z_{02} del Secondo Stadio, quindi

$$Z_{02} = R_0 = 5\ \Omega$$

③ Calcoliamo T_{20} [Transipedenza a vuoto]

Avendo ottenuto T_2 = Transipedenza a carico = $2{,}4 \times 10^6\ \Omega$

è possibile calcolare T_{20} dalla seguente formula

$$T_2 = \frac{R_L}{R_0 + R_L} T_{20} \qquad T_{20} = T_2 \cdot \frac{R_0 + R_L}{R_0} = 3{,}6 \times 10^6\ \Omega$$

④ Ricapitolando

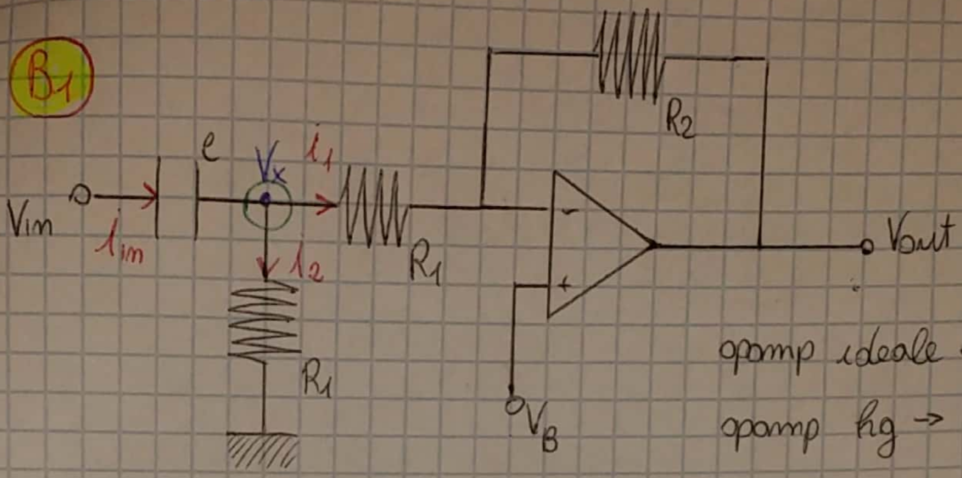
$Y_I = \infty\ S$

$R_0 = 5\ \Omega$

$T_{20} = 3{,}6\ M\Omega$

17/2/2016

B1



opamp ideale $\Rightarrow i_+ = i_- = 0$

opamp fg $\rightarrow V_D = 0$

① Pongo $C \equiv$ Impedenza $Z_C = 1/j\omega C$ e calcolo V_x

LCK "x" $\rightarrow i_{in} = i_1 + i_2 \longrightarrow$ Esprimo le correnti in funzione delle tensioni

$$\frac{V_{in} - V_x}{Z_C} = \frac{V_x}{R_1} + \frac{V_x}{R_1} \longrightarrow \frac{V_{in}}{Z_C} = V_x\left[\frac{2}{R_1} + \frac{1}{Z_C}\right] \longrightarrow \frac{V_{in}}{Z_C} = V_x\left[\frac{2Z_C + R_1}{R_1 Z_C}\right]$$

$$= V_x = \frac{V_{in}}{\cancel{Z_C}}\left[\frac{\cancel{Z_C} R_1}{2Z_C + R_1}\right] \longrightarrow V_x = \frac{R_1}{R_1 + 2Z_C} V_{in}$$

② Uso la SdE $\rightarrow V_{out} = V_{out_I} + V_{out_{II}}$

- Annullo $V_B \Longrightarrow$ opamp invertente ideale in fg

$$V_{out_I} = -\frac{R_2}{R_1} V_x = \frac{-R_2}{\cancel{R_1}} \frac{\cancel{R_1}}{R_1 + 2Z_C} V_{in} = \frac{-R_2}{R_1 + 2Z_C} V_{in}$$

- Annullo $V_{in} \Rightarrow$ opamp non invertente ideale in fg con R_1 serie R_1

$$V_{out_{II}} = \frac{2R_1 + R_2}{2R_1} V_B = \left[1 + \frac{R_2}{2R_1}\right] V_B$$

③ Ricompongo tutto ed esplicito $Z_C = 1/j\omega C$

$$V_{out} = V_{out_I} + V_{out_{II}} = \left[1 + \frac{R_2}{2R_1}\right] V_B - \frac{R_2}{\left[R_1 + \frac{2}{j\omega C}\right]} V_{in}$$

$$= \left[1 + \frac{R_2}{2R_1}\right] V_B - \frac{R_2}{\left[\frac{2 + j\omega C R_1}{j\omega C}\right]} V_{in} = \left[1 + \frac{R_2}{2R_1}\right] V_B - \frac{j\omega C R_2}{2 + j\omega C R_1} V_{in}$$

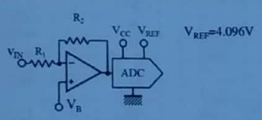
$$= \left[1 + \frac{R_2}{2R_1}\right] V_B - \frac{R_2}{2R_1} \cdot \frac{j\omega C R_1}{1 + \frac{R_1}{2} j\omega C} V_{in}$$

Elettronica T -Modulo 2 7-6-2016	

A1	A2	B1	B2	Totale
/9	/6	/9	/8	

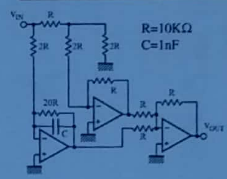
cognome RICATTI	matricola 0000659636
nome LUIGI FRANCESCO	firma [illegible]

A1 Sia dato il sistema di conversione A/D di figura. Dimensionare i parametri $G=R_2/R_1$ e V_B dello stadio amplificatore in modo che all' ingresso del convertitore la tensione abbia valori compresi nell' intervallo $[0..V_{Ref}]$ sapendo che il segnali di ingresso V_{IN} può variare nell' intervallo $V_{IN} \in [-120mV .. +120mV]$. Esplicitare i passaggi.



A2 Dimensionare R_1 ed R_2 in modo che l' impedenza di ingresso dello stadio sia 30 KΩ. Esplicitare i passaggi.

B1 Del circuito in figura determinare l' impedenza di ingresso e la funzione di trasferimento. Si ipotizzino tutti gli l' OPAMP ideali e in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.



B2 Si traccino i diagrammi di Bode (ampiezza e fase) della funzione di trasferimento. Si calcolino inoltre le pulsazioni di eventuali poli e zeri. Esplicitare i passaggi.

A1 $G=17$

$V_B=117mV$

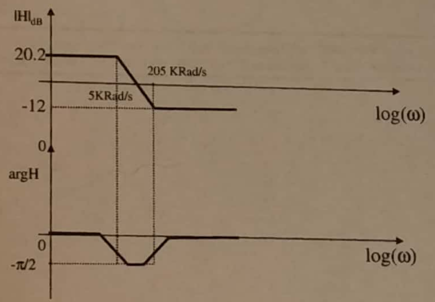
A2 $R_1=30K\Omega$

$R_2=512K\Omega$

B1 $Z_{IN}=10K\Omega$

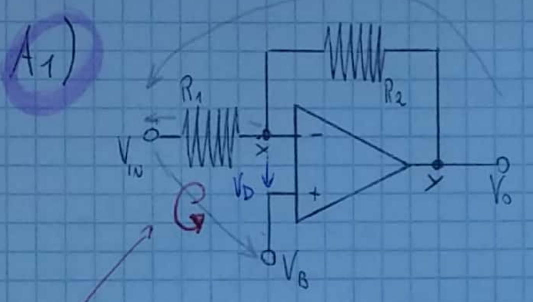
$$H(j\omega)=\frac{41}{4}\cdot\frac{1+j\omega\frac{20}{41}RC}{1+j\omega 20RC}$$

B2



07/06/2016

A1)



$$\left.\begin{array}{l} V_B = ? \\ G = R_2/R_1 = ? \end{array}\right\} \text{Tali che } V_0 \in [0, V_{REF}] \text{ sapendo che } V_{in} \in [\pm 120mV]$$

Supposto OPAMP Ideale $[i_+ = i_- = 0]$ ed in HIGH-GAIN $[V_D = 0]$

LKV $-[\underbrace{V_{in} - R_1 I_n}_{V_x}] + V_B = V_D = 0$ LKC "x" $I_n = I_2$

$\hookrightarrow V_{in} - V_B = R_1 I_n \longrightarrow I_n = \frac{V_{in}}{R_1} - \frac{V_B}{R_1}$

XKL $V_B = V_x$

Dalla topologia si evince che $V_0 = V_x = V_B - R_2 I_2 = V_B - R_2 I_n$

Esplicito I_n

$$V_0 = V_B - R_2\left[\frac{V_{in}}{R_1} - \frac{V_B}{R_1}\right] = V_B - \frac{R_2 V_{in}}{R_1} + \frac{V_B R_2}{R_1}$$

$$= -\frac{R_2 V_{in}}{R_1} + V_B\left[1 + \frac{R_2}{R_1}\right]$$

Quindi alla fine si sa che

$$V_{out} = V_B\left[1 + \frac{R_2}{R_1}\right] - \frac{R_2 V_{in}}{R_1}$$

Ora devo vere i casi in cui $V_{out} = 0$ e $V_{out} = V_{ref} = 4{,}096\,V$ sapendo che $V_{in} \in [\pm 120mV]$

$$\begin{cases} 0 = V_B\left[1 + \frac{R_2}{R_1}\right] - \frac{R_2}{R_1}[+120mV] \\ 4{,}096 = V_B\left[1 + \frac{R_2}{R_1}\right] - \frac{R_2}{R_1}[-120mV] \end{cases}$$

Pongo $V_B = x$; $\frac{R_2}{R_1} = y$ ed $120 \times 10^{-3} = K$

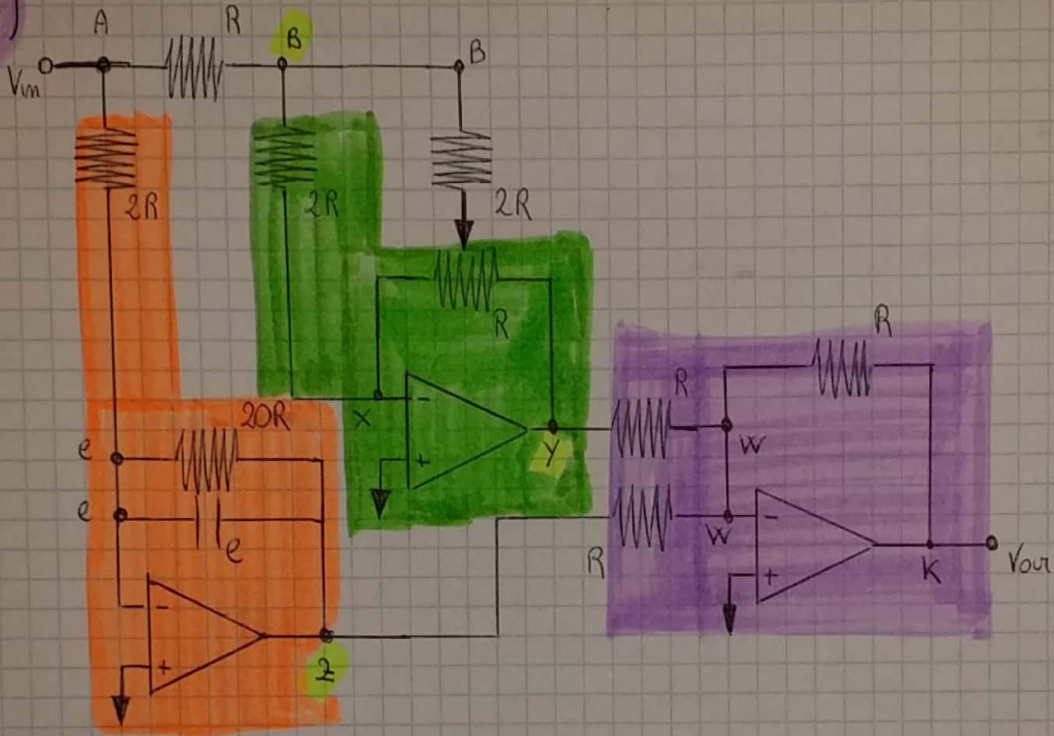
$$\begin{cases} x(1+y) - Ky = 0 \\ x(1+y) + Ky = 4{,}096 \end{cases} \quad \begin{cases} x = \frac{+Ky}{1+y} \\ \frac{+Ky}{\cancel{1+y}}\cancel{(1+y)} + Ky = 4{,}096 \end{cases} \quad \begin{cases} x = \frac{Ky}{1+y} \\ 2Ky = 4{,}096 \end{cases} \quad \begin{cases} x = \frac{17K}{18} = 133\,mV \\ y = \frac{4{,}096}{2K} = 17 \end{cases}$$

A2)

Sapendo che $R_1 = 30\,K\Omega$ che $R_2/R_1 = 17$ allora

$R_2 = 17 R_1 = 510\,K\Omega$

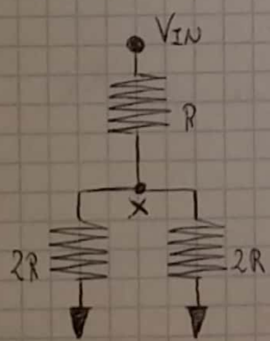
B1)



Tutti gli OPAMP sono IDEALI [$i_+ = i_- = 0$] ed in ALTO GUADAGNO [$V_D = 0$]

PASSABASSO ➡ $V_z = -\frac{Z_2}{Z_1} V_{in} = \frac{-20R}{2R} \cdot \frac{1}{1 + j\omega 20RC} \cdot V_{IN} = \frac{10}{1 + j\omega 20RC} V_{in}$

CALCOLO V_x ➡



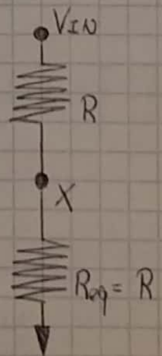
Innanzi tutto per poter iniziare ad agire sull' OPAMP Invertente bisogna calcolare $V_x \equiv$ tensione d'ingresso dell' INVERTENTE.

1) Risolviamo il Parallelo

$R_{eq} = 2R // 2R = R$

2) Ora basta applicare il Partitore di Tensione

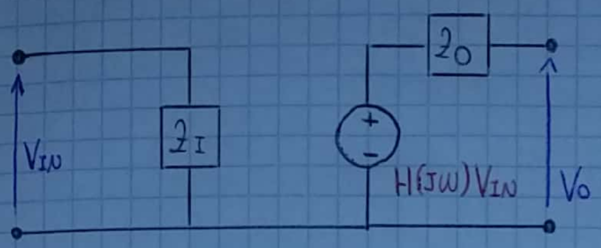
$V_x = \frac{R_{eq}}{R + R_{eq}} V_{IN} = \frac{V_{IN}}{2}$



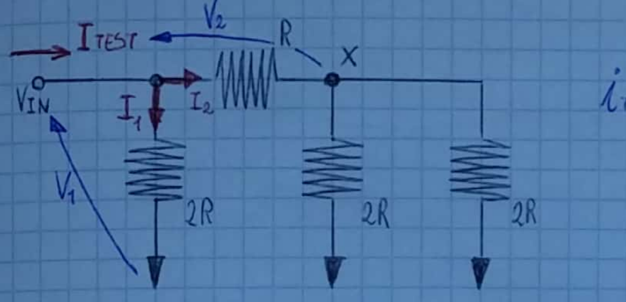
INVERTENTE ➡ $V_y = -\frac{R_2}{R_1} V_{in} = -\frac{1}{2} V_x = -\frac{1}{4} V_{in}$

SOMMATORE INVERTENTE ➡ $V_{out} = -\frac{R_2}{R_1}(V_{IN_2} + V_{IN_1}) = -\frac{R}{R}(V_z + V_y) = \left[\frac{1}{4} + \frac{10}{1 + j\omega 20RC}\right] V_{in}$

$= \frac{41 + j\omega 20RC}{4 + j\omega 80RC}$



$$H(JW) = \frac{41 + JW20Rc}{4 + JW80Rc}$$



$$i_{TEST} = I_2 + I_1 = \frac{V_2}{R} + \frac{V_1}{2R} = \frac{V_{IN} - V_x}{R} + \frac{V_{IN}}{2R} \quad \text{con } V_x = \frac{V_{in}}{2}$$

$$= \frac{V_{IN} - V_{IN}/2}{R} + \frac{V_{IN}}{2R} = \frac{V_{IN}/2}{R} + \frac{V_{IN}}{2R} = \frac{V_{IN} + V_{IN}}{2R} = \frac{V_{IN}}{R}$$

$$Z_{eq} = \frac{V_{TEST}}{I_{TEST}} = \frac{V_{IN}}{\left(\frac{V_{IN}}{R}\right)} = \frac{V_{in}}{V_{in}} R = R \rightarrow 10\,K\Omega$$

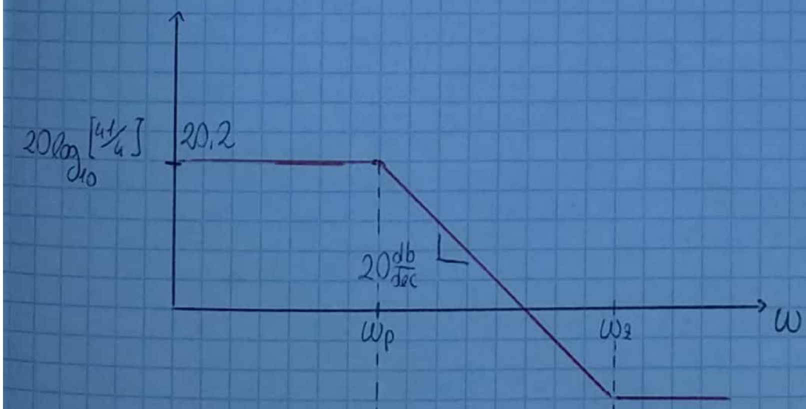
B2) Tracciare i diagrammi di Bode di Ampiezza e Fase della FdT. Calcolare la pulsazioni di Poli e Zeri.

- Raccolgo tutte le costanti da $H(JW)$

$$H(JW) = \frac{41}{4} \cdot \frac{1 + JW\frac{20}{41}Rc}{1 + JW20Rc}$$

Pulsazione Zero $\omega_z = \frac{41}{20Rc} = 205 \times 10^3 \frac{RAD}{S}$

Pulsazione Polo $\omega_p = \frac{1}{20Rc} = 5 \times 10^3 \frac{RAD}{S}$



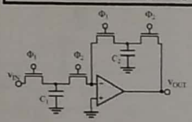
$$-\arg[H(JW)] = \arg[\text{den}] - \arg[\text{num}]$$

Elettronica T -Modulo 2
1-7-2016

A	B1	B2	B3	Totale
7/7	9/9	[illegible]/8	8/8	24

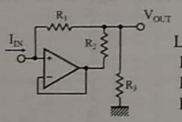
cognome RICACCI	**matricola** s0000659636
nome LUCA FRANCESCO	**firma** [illegible]

A1 Sia dato il circuito a capacità commutate di figura. Calcolate il valore di C_2 e della frequenza del clock in modo che 1) Z_{IN}=10KΩ, 2) A_v= - 5. si supponga l' OPAMP ideale e in alto guadagno. Esplicitate i passaggi.



C_1 =18pF

B1 Del circuito di figura si ricavi la relazione V_{OUT} -I_{IN} . Si supponga l' OPAMP ideale e in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.



L_+= -L_-=15V
R_1=27 KΩ,
R_2=39 KΩ,
R_3=8.2 KΩ

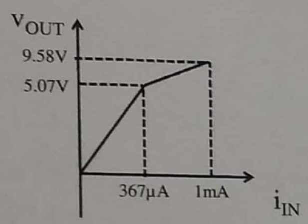
B2 Si tracci ora la caratteristica statica V_{OUT}-I_{IN} per I_{IN} ∈ [0..1mA]. Si supponga l' OPAMP ideale. Esplicitare i passaggi.

B3 Si calcolino l' impedenza di ingresso e di uscita del circuito. Si supponga l'OPAMP ideale e in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.

A C_2=3.6pF
f=5.5MHz

B1 $$V_{OUT} = \frac{R_3}{R_2}(R_1 + R_2)$$

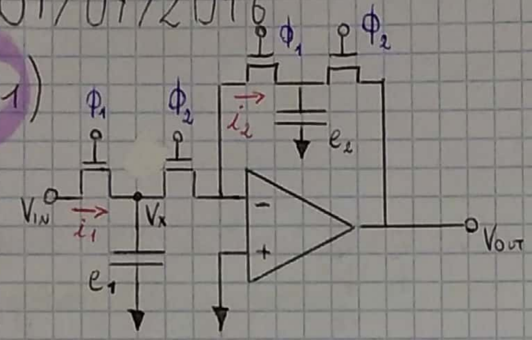
B2



B3 Z_{IN}=40.8KΩ
Z_{OUT}=8.2KΩ

01/07/2016

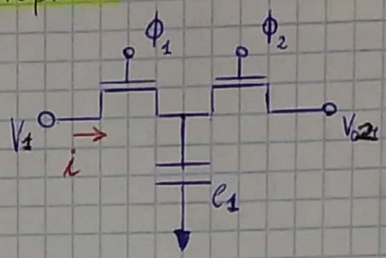
A1)



$Z_{IN} = 10\,k\Omega$

$A_v = -5$

$C_1 = 18\,pF$



$V_1 - V_2 = \dfrac{1}{Cf}\, i$

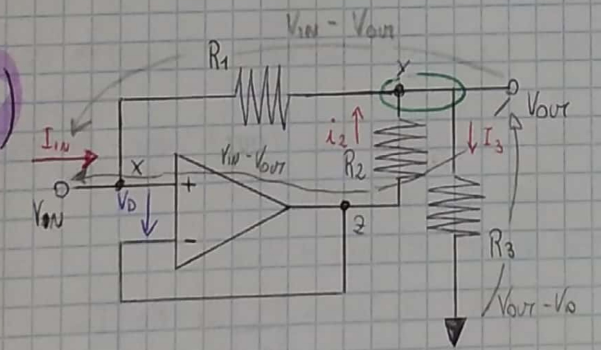
Impedenza Equivalente $= \dfrac{V_{IN}}{I_{in}} = Z_{EQ}$ → $V_{IN} = \dfrac{1}{C_1 f}\, i_{IN}$

→ $i_{in} = V_{IN} \cdot C_1 \cdot f$ → $i_2 = -V_{OUT}\, \overbrace{C_2 f}^{\text{“}1/R\text{”}}$

$$\begin{cases} A_v = \dfrac{-C_1}{C_2} = -5 \Rightarrow C_2 = \dfrac{C_1}{5} = 3{,}6\ pF \\ Z_{IN} = \dfrac{V_{IN}}{V_{IN} C_1 f} = \dfrac{1}{C_1 f} = 10\,K\Omega \longrightarrow f = \dfrac{1}{10K \cdot C_1} = 5{,}5\ kHz \end{cases}$$

$$V_{OUT} = \frac{[1/C_2 f]\, V_{IN_2}}{[1/C_1 f]} \cdot \frac{C_1 f}{C_2 f} V_{IN} = \underbrace{\frac{-C_1}{C_2}}_{A_v} V_{IN}$$

B1)



Suppongo OPAMP Ideale in Alto Guadagno.

$i_+ = i_- = 0$ $\quad V_D = 0$

LKC "y" $\quad I_{in} + I_2 = I_3$

$$\left.\begin{aligned} I_{in} &= \frac{V_{in} - V_{OUT}}{R_1} \\ I_2 &= \frac{V_{in} - V_{OUT}}{R_2} \\ I_3 &= \frac{0 + V_{OUT}}{R_3} \end{aligned}\right] \longrightarrow \frac{V_{in} - V_{OUT}}{R_1} + \frac{V_{in} - V_{OUT}}{R_2} = \frac{V_{OUT}}{R_3}$$

$L_+ = -L_- = 15\,v$

$R_1 = 27\,K\Omega$

$R_2 = 39\,K\Omega$

$R_3 = 8{,}2\,K\Omega$

Occorre trovare una relazione di V_{OUT} in funzione di $I_{IN} = \dfrac{V_{IN} - V_{OUT}}{R_1}$ quindi

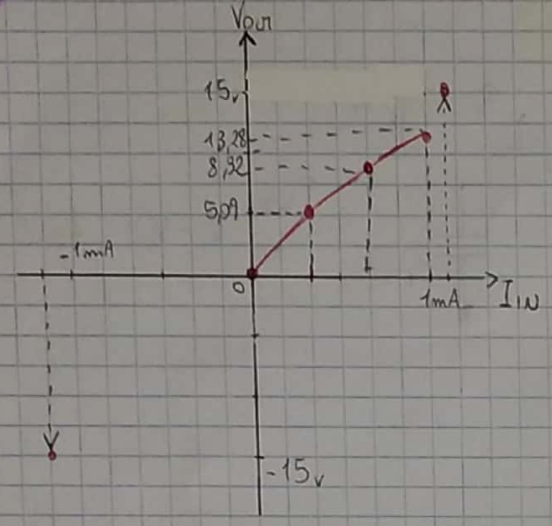
$V_{IN} = V_{OUT} + R_1 I_{in}$ → $V_{in} - V_{OUT} = R_1 I_{in}$

Quindi nella LKC si ha che $I_{in} + \dfrac{R_1}{R_2} I_{in} = \dfrac{V_{OUT}}{R_3}$ → $V_{OUT} = R_3 I_{in}\left[\dfrac{R_1}{R_2} + 1\right]$

Se $V_{OUT} = L_+ = 15$ → $I_{in} = \dfrac{15}{R_3\left[\frac{R_1}{R_2} + 1\right]} = 1{,}08 \times 10^{-3}\ A$

Se $V_{OUT} = L_- = -15$ → $I_{in} = \dfrac{-15}{R_3\left[\frac{R_1}{R_2} + 1\right]} = -1{,}08 \times 10^{-3}\ A$

B_2')



Quando $V_2 = 15v = V_- = V_+$ dato che OPAMP Ideale ed in alto-Guadagno

V_x

Quindi $V_x = V_{OUT} + R_1 I_{in}$

$$V_x = R_3 I_{in}\left[\frac{R_1}{R_2}+1\right] + R_1 I_{in} = 15$$

$$= \left[R_1 + \frac{R_3}{R_2}(R_1+R_2)\right] I_{in} = 15$$

$$\Longrightarrow I_{in} = 15/40{,}87 = \underbrace{367\times10^{-6}A}_{\text{Lo inserisco nella formula di Vout}}$$

$$V_{out} = R_3\left[\frac{R_1}{R_2}+1\right]\cdot 367\times10^{-6} = 5{,}09\,v$$

$$V_{out} = R_3\left[\frac{R_1}{R_2}+1\right]\cdot 600\times10^{-6} = 8{,}32\,v$$

B_3) Calcolare Z_{in} e Z_{out} supposto OPAMP IDEALE $\rightarrow i_+ = i_- = 0$ in ALTO GUADAGNO $\rightarrow V_D = 0$

$Z_{in} \rightarrow$ Impongo una V_{TEST} in ingresso con $I_{TEST} = \frac{V_{TEST} - V_{out}}{R_1} \Rightarrow V_{OUT} = V_{TEST} - R_1 I_{TEST}$

Ma V_{out} è la Relazione Ingresso-Uscita quindi le eguaglio

$$\frac{R_3}{R_2}(R_1+R_2) I_{in} = V_{TEST} - R_1 I_{TEST} \Longrightarrow V_{TEST} = R_1 I_{TEST} + V_{out}$$

$$= R_1 I_{TEST} + \frac{R_3}{R_2}\left[R_1+R_2\right] I_{in}$$

→ Avendo introdotto una V_{TEST} la I_{in} sarà la I_{TEST} quindi

$$V_{out} = R_3\left[\frac{R_1}{R_2}+1\right] I_{in} = \left[\frac{R_3R_1}{R_2} + R_3\right] I_{in} = \left[\frac{R_3R_1 + R_3R_2}{R_2}\right] I_{in} = \frac{R_3}{R_2}\left[R_1+R_2\right] I_{in}$$

V_{out}

$$V_{TEST} = \underbrace{\left[R_1 + \frac{R_3}{R_2}\left[R_1+R_2\right]\right]}_{} I_{TEST}$$

$$Z_{in} = 40{,}87\ k\Omega$$

$Z_{OUT} \rightarrow$ Pongo in uscita una tensione V_{TEST} con relativa I_{TEST}.

Conviene ~~cercare~~ una V_{TEST} perché posso ricavarla dalla messa a terra

Annullando la corrente in ingresso ($I_{in} = 0$) ottengo che

$i_2 = i_3 = \frac{V_{OUT} - 0}{R_3} \Rightarrow V_{TEST} = R_3 I_{TEST}$

Se ho $i_3 = \frac{V_{OUT}}{R_3}$ allora $V_{out} = R_3 I_3$ e siccome $V_{OUT} = V_{TEST} \rightarrow V_{TEST} = R_3 I_3$ con $I_3 = I_{TEST}$

Quindi $Z_{OUT} = R_3 = 8{,}2\ K\Omega$

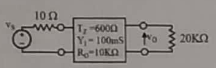
Elettronica T -Modulo 2
15-9-2016

A	B1	B2	B3	Totale
/7	/10	/8	/7	

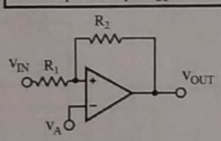
cognome RICATTI	**matricola** s0000659636
nome LUIGI FRANCESCO	**firma** luigifrancescoricatti

OK! cpy

A1 Calcolare $A_v = dv_O/dv_S$. Esplicitare i passaggi.



B1 Del circuito in figura calcolare la caratteristica statica V_{OUT} - V_{IN} per $V_{IN} \in$ [-5V..5V]. Esplicitare i passaggi.



$L_+ = -L_- = 6V$
$R_1 = 10\ K\Omega$,
$R_2 = 20\ K\Omega$,
$V_A = 1V$

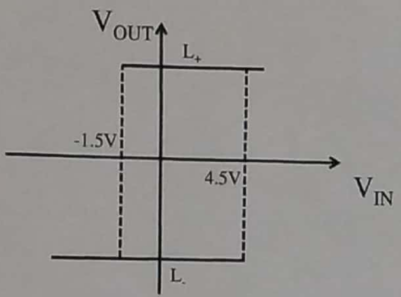
B2 Sia ora applicato all' ingresso un segnale tipo onda triangolare con simmetria 50%, valor medio 0.5V, V_{PP}=10V e frequenza 50KHz. Si tracci l' andamento in funzione del tempo del segnale di uscita V_{OUT}. Esplicitare i passaggi.

B3 Calcolare il duty cycle del segnale in uscita nelle ipotesi del punto B2. Esplicitare i passaggi.

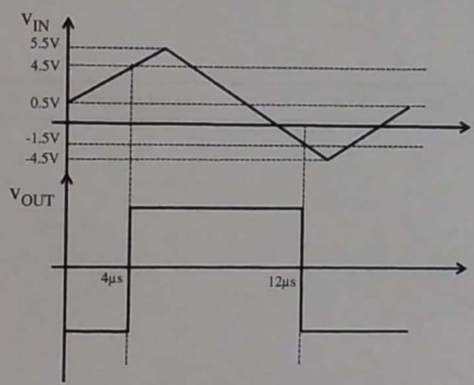
Scanned by CamScanner

A $A_V=20$

B1



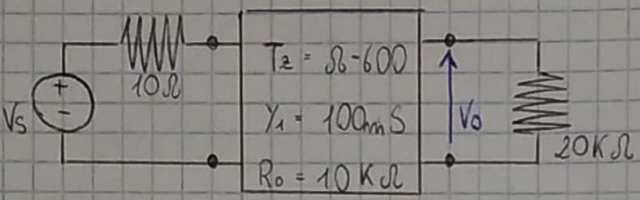
B2



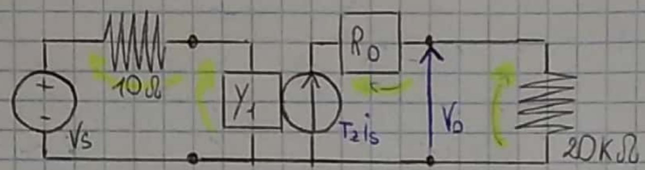
B3 DC = 40%

15/09/2016

A1)



$V_o = 600 i_s \cdot \frac{20K}{10K+20K} = 400 I_S$



$V_S = \underset{V_{R1}}{10 i_s} + \underset{V_{Y1}}{\frac{1}{100m} \cdot i_s} = 20 i_s$

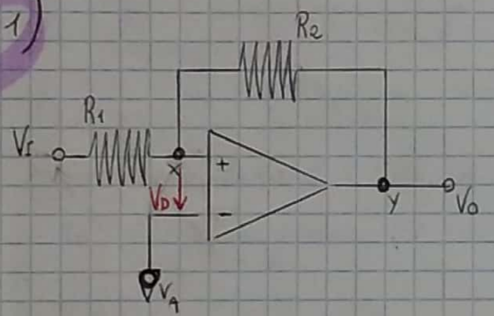
$I_s = \frac{V_s}{20}$

$A_v = \frac{dV_o}{dV_s} = \frac{dV_o}{dI_s} \cdot \frac{dI_s}{dV_s} = \frac{400\, dI_s}{dI_s} \cdot \frac{20^{-1} dV_s}{dV_s} = 20$

Oppure

$= V_o = 400\left[\frac{V_s}{20}\right] = 20 V_s \Longrightarrow \frac{dV_o}{dV_s} = \frac{d\,20V_s}{dV_s} = 20$

B1)



$L_+ = -L_- = 6V$

$R_1 = 10K\Omega$

$R_2 = 20K\Omega$

$V_A = 1V$

- Suppongo OPAMP IDEALE → $i_+ = i_- = 0A$ ed ALTO GUADAGNO → $V_D = 0$

1) Annullo V_I

LKV $V_I - R_1 I_N + V_A = V_D = 0$

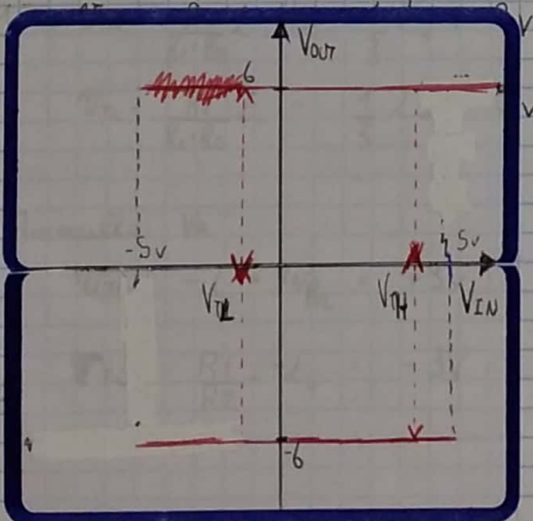
$V_I - V_A = R_1 I_N \Rightarrow I_N = \frac{V_I}{R_1} - \frac{V_A}{R_1}$

$V_o = V_A - R_2 I_N$

$V_o = V_A - R_2\left[\frac{V_I}{R_1} - \frac{V_A}{R_1}\right] = 1 - \frac{R_2}{R_1} V_I + \frac{R_2}{R_1} V_A$

$= 3 - 2V_I$

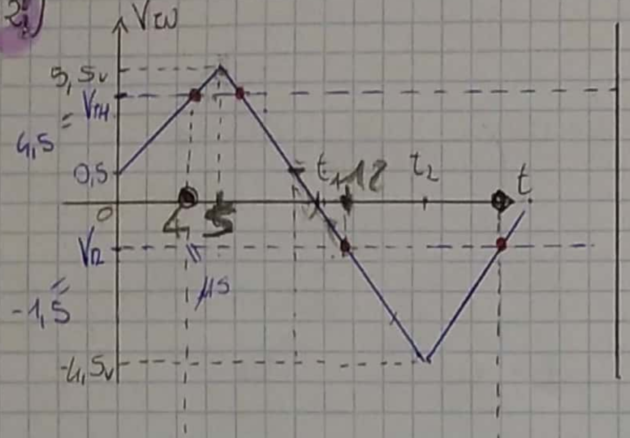
2)



Se $V_o = L_+ \Rightarrow 6V = 3 - 2V_I \Rightarrow V_{TL} = -1{,}5V$

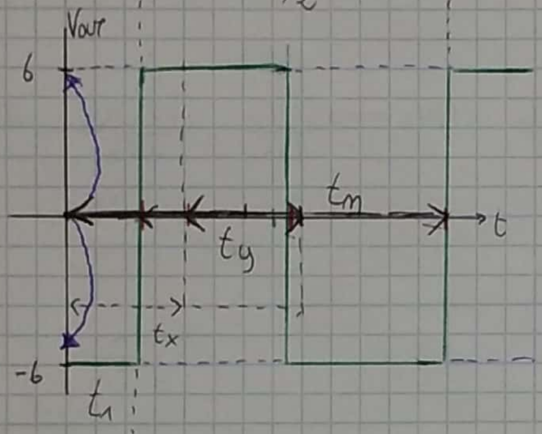
Se $V_o = L_- \Rightarrow -6V = 3 - 2V_I \Rightarrow V_{TH} = 4{,}5V$

B2)



Se ho Valor Medio = 0,5 allora parto da 0,5

Siccome $V_{pp} = 10v$ allora $V_{pp}/2 = V_{TH} = -V_{TL}$ quindi $V_{MEDIO} + V_{pp}/2 = 5,5v$ = P.to di MAX e inoltre $V_{MEDIO} - V_{pp}/2$ = P.to di Minimo



$f = 50KH \Rightarrow T = 1/50KH \rightarrow 20\mu s$

$$\left.\begin{array}{l} t_0 = 5,5v \\ t_1 = -1,5v \end{array}\right\} \text{con pendenza } 10\mu s$$

$t_0 - t_1 = 4v$ percorsi in $4\mu s$

Quindi da 0,5 a $V_{TH} = 4,5$ ci impiego $4\mu s$

$t_m = -t_1 + (t_x + t_y)$

$t_2 - t_1$

//

$t_x + t_y - t_1$

$t_1 = \frac{4,5 - 0,5}{1} = 4\mu s$

$t_x = 5,5 - 0,5 = 5\mu s$

$t_y = 5,5 - (-1,5) = 7\mu s$

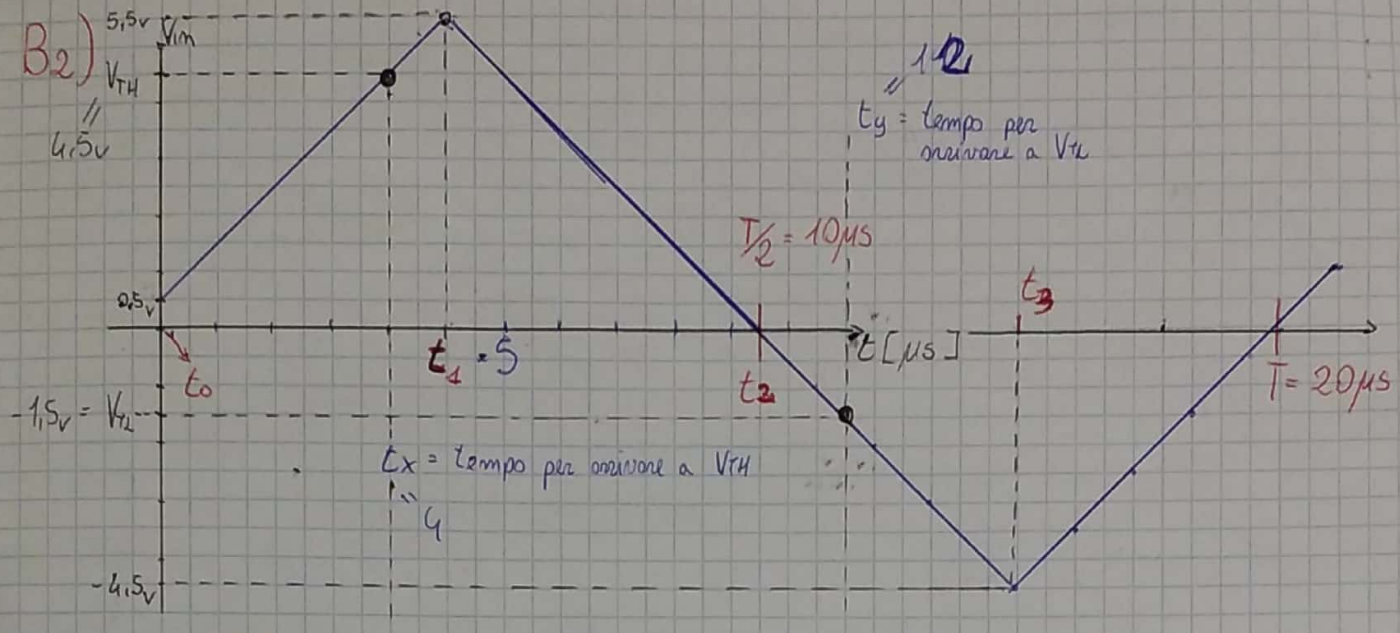
$DC = \frac{t_m}{T}\% = \frac{(t_x + t_y) - t_1}{20\mu s}\% = \frac{12 - 4\mu s}{20\mu s} \times 100 = 40\%$

$$t_m = \underbrace{\left[(V_{t_0} \rightarrow V_{MAX}) + (V_{MAX} \rightarrow V_{TL})\right]}_{t_x + t_y} - \underbrace{(V_{t_0} \rightarrow V_{TH})}_{t_1}$$

$DC = \frac{t_m}{T} \times 100$

← Periodo

B2)



- Se ho Valor Medio = 0,5 allora nel grafico parto da 0,5

$$V_{in,MAX} = V_{MEDIO} + V_{PP}/2 = 0{,}5_V + 10/2 = 5{,}5_V$$

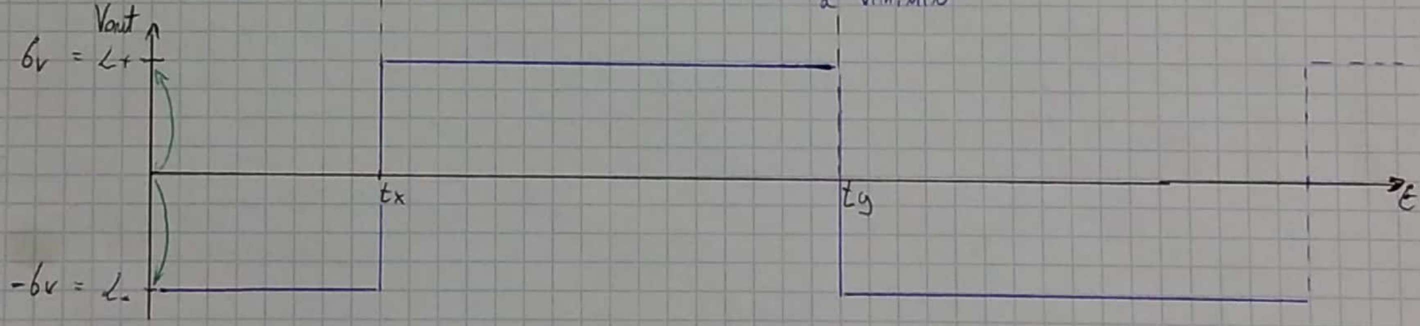
$$V_{in,MIN} = V_{MEDIO} - V_{PP}/2 = 0{,}5_V - 10/2 = -4{,}5_V$$

- Se frequency = 50 KHz $\Rightarrow f = \frac{1}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{50\,KHz} = 20\ \mu s$

- Dal grafico si vede che

t_0 = tempo iniziale $\Rightarrow V_{in} = 0{,}5$; t_2 = tempo di attraversamento $\Rightarrow V_{in} = 0$;

t_1 = tempo per arrivare al $V_{in,MAX}$ $\Rightarrow V_{in} = 5{,}5$; t_3 = tempo per arrivare a $V_{in,MIN}$ $\Rightarrow V_{in} = -4{,}5$;



B3)

Si vede che $t_1 = T/4 = 20\mu s/4 = 5\mu s$ e che $t_3 = \frac{3}{4}T = \frac{3}{4}(20\mu s) = 15\mu s$

Quindi $\begin{bmatrix} t_1 - t_0 = 5\mu s \\ V_{in}(t_1) - V_{in}(t_0) = 5V \end{bmatrix} \Rightarrow$ Quindi per passare da $0{,}5_V$ a $5{,}5_V$ ci metto $5\mu s$ ossia $1V/\mu s$

Quindi $\begin{bmatrix} t_x - t_0 = 4\mu s \\ V_{in}(t_x) - V_{in}(t_0) = 4V \end{bmatrix} \Rightarrow$ Per passare da $0{,}5_V$ a $4{,}5_V$ ci metto $4\mu s$ quindi $1V/\mu s$

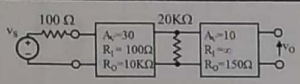
$$t_m = \Big[\underbrace{(V_{t_0} \to V_{MAX})}_{[t_1 = 5} + \underbrace{(V_{MAX} \to t_{TL})}_{+(t_y - t_1) = 12 - 5]}\Big] - \underbrace{(V_{t_0} \to V_{TH})}_{t_x = 4} = 8 \Rightarrow DC = \frac{t_m}{T} \times 100 \ [\text{senza } "\times 10^{-6}"]$$

Elettronica T -Modulo 2 14-1-2015

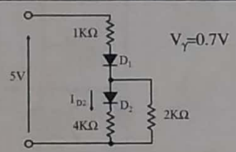
A	B	C1	C2	Totale
/6	/7	/9	/8	

cognome	matricola
RIGATTI	0000659636
nome	**firma**
GIANFRANCESCO	[illegible]

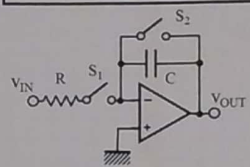
A Si calcoli il guadagno $A_V = dv_O/dv_S$ della cascata di due amplificatori lineari collegati come in figura. Esplicitare i passaggi.

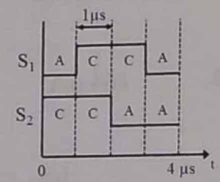


B Si consideri il circuito in figura. Si calcoli il valore della corrente I_{D2}. Esplicitare i passaggi



C1 Nel circuito in figura sia V_{IN}=1V. Determinare l' andamento della tensione v_O in funzione del tempo nell' intervallo 0...4 μs. Considerare gli interruttori ideali ed il condensatore inizialmente scarico. Esplicitare i passaggi.





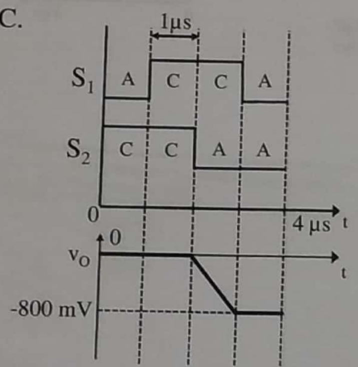
R = 10 KΩ, C = 125 pF
L_+= -L_-=5V, SR= 2V/μs

C2 Si calcoli il valore minimo e massimo di V_{IN} che garantisce assenza di saturazione. Esplicitare i passaggi.

A. 100

B. 464 μA

C.

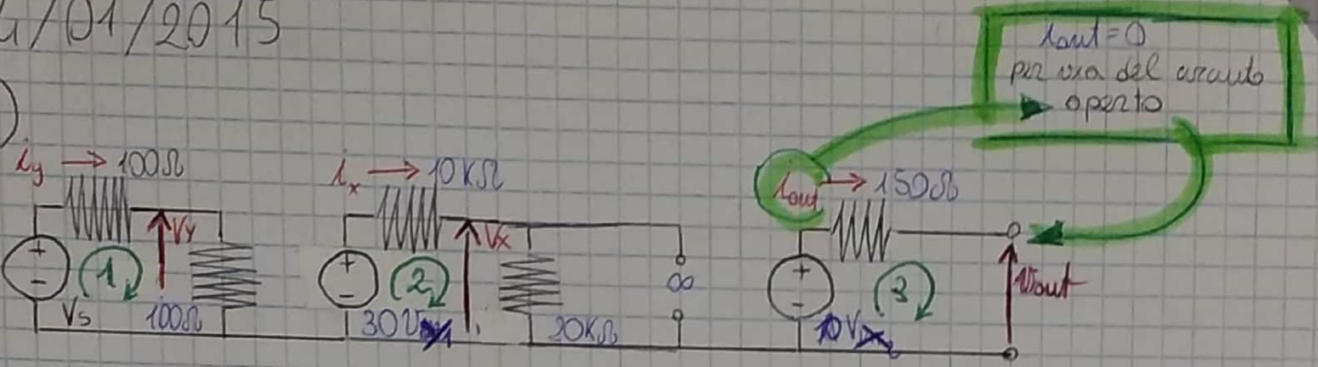


D. ± 2.5V

Scanned by CamScanner

14/01/2015

A)



$$A_v = \frac{dV_o}{dV_s} = \frac{dV_o}{dV_x} \cdot \frac{dV_x}{dV_y} \cdot \frac{dV_y}{dV_s}$$

① Trovo V_y

LVK "1" $V_s - 100 i_y - 100 i_y = 0 \Rightarrow V_s - 100 i_y - v_y = 0 \Rightarrow$

$V_s = 100 i_y + 100 i_y = 200 i_y \longrightarrow \boxed{i_y = \frac{V_s}{200}} \longrightarrow \boxed{v_y =} 100 i_y = 100 \cdot \frac{V_s}{200} = \boxed{\frac{1}{2} V_s}$

quindi $\frac{dV_y}{dV_s} = \frac{1}{2}$

② Trovo V_x

LVK "2" $30 v_y - 10K i_x - V_x = 0 \rightarrow 30 v_y = 10K i_x + 20K i_x = 30K i_x$

$\boxed{i_x = \frac{30 v_y}{30K}} \longrightarrow \boxed{v_x =} 20K \cdot \frac{v_y}{1K} = \boxed{20 v_y}$

quindi $\frac{dv_x}{dV_y} = 20$

③ Trovo V_{out}

LVK "3" $10 v_x - 150 i_{out} - V_{out} = 0$ con $\boxed{i_{out} = \varnothing} \longrightarrow \boxed{10 V_x = V_{out}}$

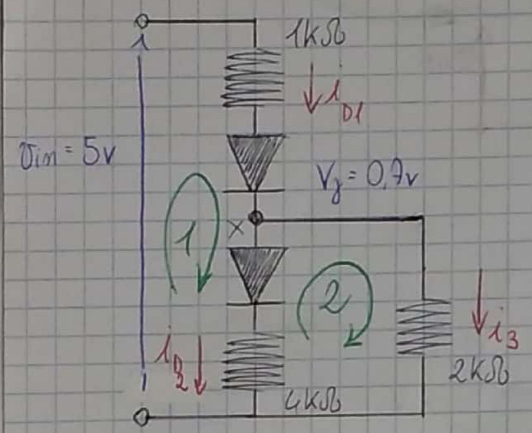
quindi $\frac{dV_{out}}{dV_x} = 10$

④ Concludo $\boxed{A_v} = \frac{dV_{out}}{dV_s} = \left[\frac{dV_{out}}{dV_x}\right] \cdot \left[\frac{dV_x}{dV_y}\right] \cdot \left[\frac{dV_y}{dV_s}\right] = 10 \cdot 20 \cdot \frac{1}{2} = \boxed{100}$

Scanned by CamScanner

B) Diodi con modello a soglia; ipotizzo i due diodi in diretta:

$V_{D1} = V_{D2} = V_\gamma = 0,7v \Rightarrow i_{D1}$ e $i_{D2} > 0$



LVK "1" → $V_{in} - 1K i_{D1} - V_{D1} - V_{D2} - 4K i_{D2} = 0$

LVK "2" $4K i_{D2} + V_{D2} = 2K i_3$

LCK "x" $i_{D1} = i_{D2} + i_3$

$i_3 = [4K i_{D2} + V_{D2}] \cdot \frac{1}{2K}$

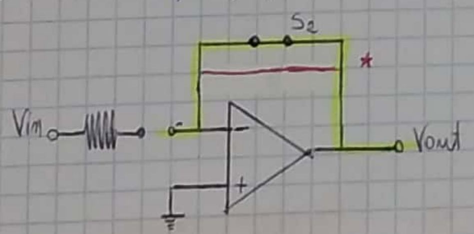
$i_{D1} = [5v - 1,4 - 4K i_{D2}] \cdot \frac{1}{1K}$

quindi $i_{D2} = i_{D1} - i_3 = \frac{3,6}{1K} - \frac{4K}{1K} i_{D2} - \frac{4K i_{D2}}{2K} - \frac{0,7}{2K}$

$i_{D2} = \left[\frac{3,6}{1K} - \frac{0,7}{2K}\right]\frac{1}{7} = 464,28\,\mu A$

C1)

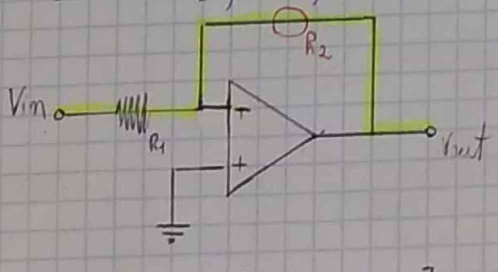
1) Caso [0μs, 1μs] con S_1 aperto e S_2 chiuso il circuito è



Opamp con $V_{in} = V_+ = 0$ quindi [ho un ctocto su S_2] anche $V_{out} = 0$

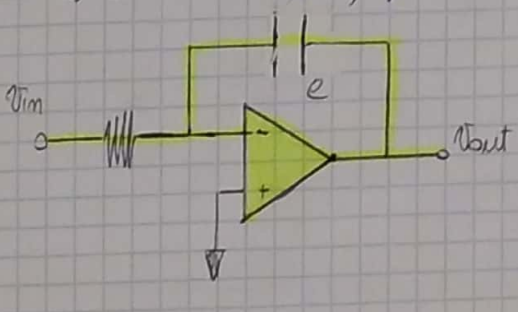
* x via del ctocto S2, la tensione ai capi di C è 0 quindi C è come se fosse un cto cto anche lui

2) caso [1μs, 2μS] con S_1 chiuso, S_2 chiuso il circuito diventa un opamp ideale Rg invertente con $R_2 = 0$ quindi



$V_{out} = -\frac{R_2}{R_1} V_{in} = \frac{0}{R_1} \cdot 1v = 0$

3) Caso [2μs, 3μs] con S_1 chiuso, S_2 aperto e il circuito diventa un circuito integratore quindi

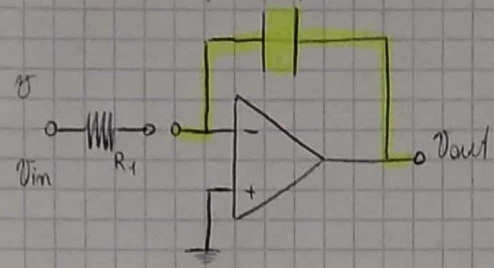


$V_{out}(t_2) = V_{out}(t_1) - \frac{1}{RC}\int_{t_1}^{t_2} V_{in}\,dt$ ossia

$V_{out}(3\mu s) = \underbrace{V_{out}(2\mu s)}_{0} - \frac{1}{RC}\int_{2\mu s}^{3\mu s} 1v\,dt = -\frac{1}{RC}[t]_{2\mu s}^{3\mu s} = \frac{1\mu s}{10k \cdot 125pF} = -800mV$

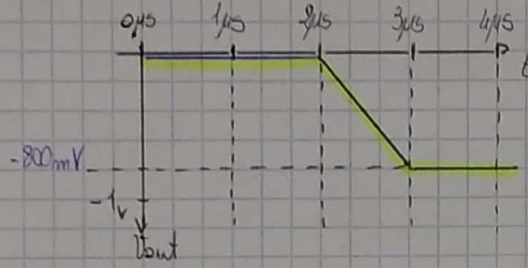
→ vedi pto 2°

4) Caso $[3\mu s, 4\mu s]$ S_1 aperto, S_2 aperto il circuito diventa:



• OPamp scollegato → se $V_{in}=0 \Rightarrow V_{out_{OPAMP}}=0$, ma c'è il condensatore caricato nello step 3 che mantiene costante la tensione su V_{out}.

$V_{out} = V_C = -800\,mV$



C2) Sapendo che $L_+/L_- = 5V$ e che $SR = 2V/\mu s$ con

$$SR = \frac{2V}{\mu s} = \left|\frac{dV_{out}}{dt}\right|_{max} \quad \text{quindi} \quad V_{MAX,min} = R\cdot C\cdot SR = 10k\Omega \cdot 12\text{[illegible]}\,nF \cdot \frac{2V}{\mu s} = \pm 2.5V$$

$$= \left|\frac{d}{dt}\underbrace{\int -\frac{1}{RC} V_{in}\,dt}_{V_{out}}\right|_{MAX} = \left|-\frac{1}{RC}V_{in}\right|_{max} = V_{MAX}$$

Quindi SR = Modulo Max della Variazione di V_{out}

$$V_{MAX,MIN} = \pm \frac{SR}{H(j\omega)\cdot \omega \cdot \cos(\omega t)}$$

$$= \pm \frac{SR}{\left[\frac{1}{RC}\right]\cdot 1}$$

$$= \pm RC \cdot SR$$

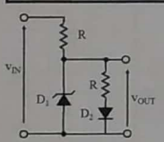
Elettronica T -Modulo 2
4-2-2015

A	B	C1	C2	Totale
6/6	0/7	9/9	8/8	23

cognome PICATTI	**matricola** 50000659636
nome GIANFRANCESCO	**firma** Gianfrancesco Picatti

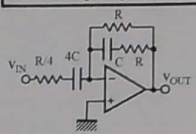
A Si calcoli il valore della capacità di livellamento di un raddrizzatore a semionda in modo che il ripple sia contenuto entro 100 mV_{PP} sapendo che la tensione di ingresso ha frequenza 50Hz, ampiezza V_{PP} compresa fra 20 e 28V e il carico può variare da 100 Ω a 2500 Ω. Esplicitare i passaggi.

B Si consideri il circuito in figura. Si calcoli la caratteristica V_{OUT} –V_{IN} per $0 \le V_{IN} \le 10V$. Esplicitare i passaggi



V_Z=3.9V
V_γ=0.7V
R=10KΩ

C1 Calcolare la funzione di trasferimento del circuito in figura assumendo che l' OPAMP sia in alto guadagno.Tracciare i diagrammi di Bode (ampiezza e fase). Esplicitare i passaggi.

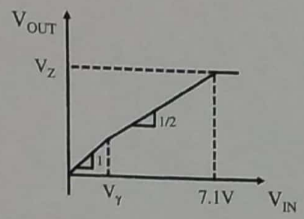


R = 10 KΩ, C = 470 pF
L_+= -L_-=5V, SR= 1V/µs
A_vB=1 MHz

C2 Sia ora applicato all' ingresso un segnale $v_{IN}=V_M \sin(\omega t)$ con ω=700 KRAD/s. Si calcoli il massimo valore di V_M che garantisce assenza di distorsione. Esplicitare i passaggi.

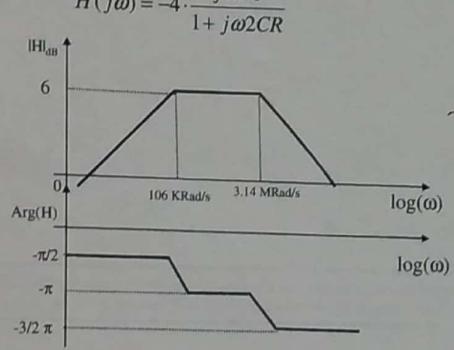
A. 28000 μF

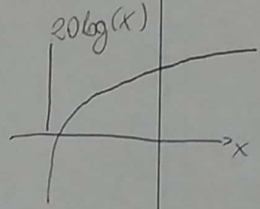
B.



C.

$$H(j\omega) = -4\cdot\frac{j\omega RC}{1+j\omega 2CR}$$

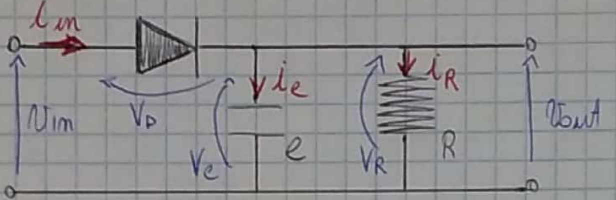




D. 0.714V

06/02/2015

A) Calcolare capacità di livellamento tale che Ripple ≈ 100 mVpp con V_{in} = 50 Hz e $V_{pp} \in [20V ; 28V]$ e $R_{LOAD} \in [100\Omega ; 2{,}5K\Omega]$

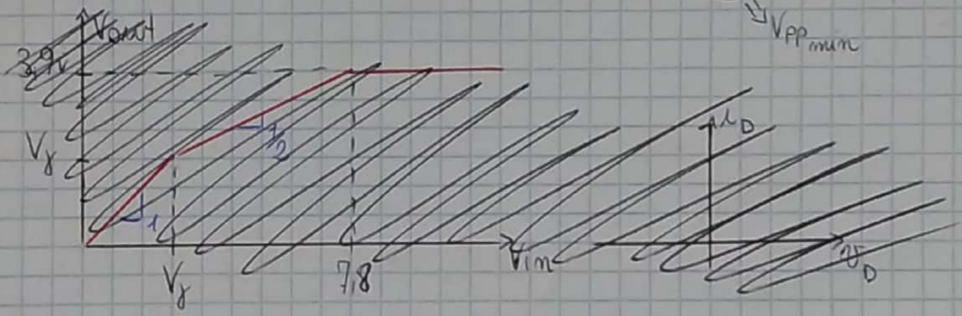


Sappiamo $V_{RIPPLE} = \frac{V_M}{fRC} \leq 100\,mV_{pp}$

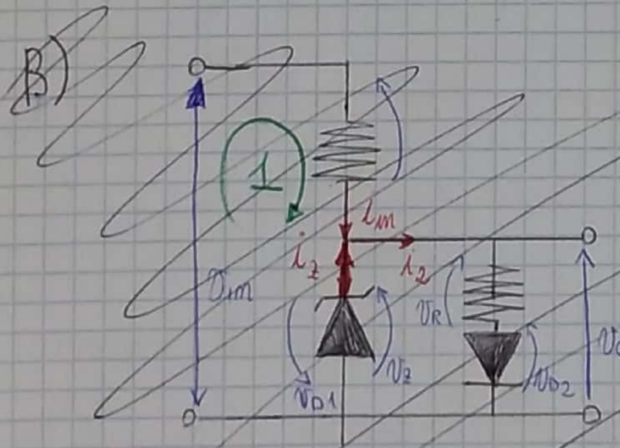
Quindi $C \geq \frac{V_M}{fR\,V_{RIPPLE}}$ $\begin{cases} V_M \text{ Massima} \\ R \text{ minima} \end{cases}$

Di conseguenza $C \geq \frac{28}{50Hz \cdot 100\Omega \cdot 100mV \cdot 20} = 2{,}8\,mF$

$20 \rightarrow V_{pp_{min}}$



B)



$V_z = 3{,}9v$

$V_\gamma = 0{,}7v$

$R = 10K\Omega$

① HP ⇝ D_2 in Diretta → $V_{D2} = 0{,}7 = V_D$
D_1 in Scarica → $V_{D1} = 3{,}9 = V_Z$

Considero V_{out} il ramo di D_1 per via del parallelo

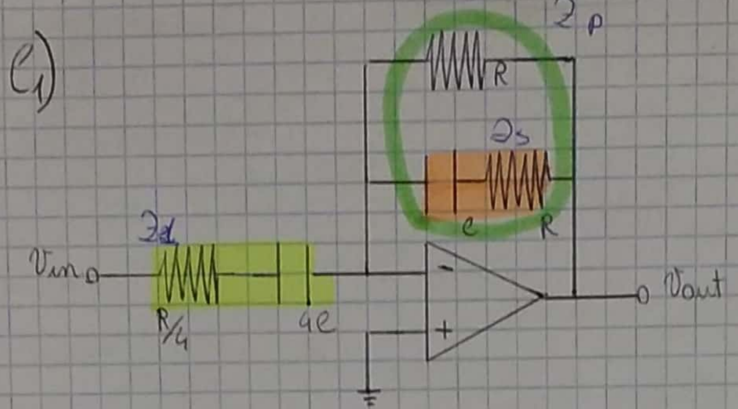
Quindi ho che $i_2 = i_{in}$

LKV "1"

Tuttavia, inizialmente, il D_{ZENER} spento e quindi si ha che

$V_{out} = 2R\,i_{in} + V_{in}$

$C_1)$



$R = 10 k\Omega$

$C = 470 pF$

$L_+ = -L_- = 5V$

$SR = 1V/\mu s$

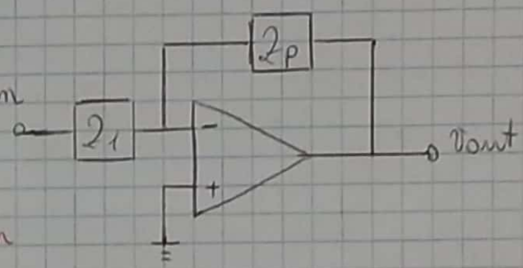
$AvB = 1MHz$

$$Z_1 = \frac{R}{4} + \frac{1}{j\omega 4C} = \frac{1}{4}\left[R + \frac{1}{j\omega C}\right] = \left[\frac{1 + j\omega CR}{j\omega C}\right]\frac{1}{4}$$

$$Z_S = R + \frac{1}{j\omega C} = \frac{1 + j\omega CR}{j\omega C}$$

$$Z_p = R // Z_S = \left[\frac{1}{R} + \frac{j\omega C}{1 + j\omega CR}\right]^{-1} = \left[\frac{1 + j\omega CR + j\omega CR}{R + j\omega CR^2}\right]^{-1} = R\left[\frac{1 + j2\omega CR}{1 + j\omega CR}\right]^{-1}$$

• Quindi il circuito diviene un OPAMP IDEALE in HG quindi



$$V_{out} = -\frac{Z_p}{Z_1} V_{in} = -\frac{R\left[\frac{1 + j\omega CR}{1 + 2j\omega CR}\right]}{\frac{1}{4}\left[\frac{1 + j\omega CR}{j\omega C}\right]} V_{in}$$

$$= -4R\left[\frac{\cancel{1 + j\omega CR}}{1 + 2j\omega CR}\right]\cdot\left[\frac{j\omega C}{\cancel{1 + j\omega CR}}\right] V_{in}$$

$$= \frac{-4j\omega CR}{1 + 2j\omega CR} V_{in} \longrightarrow H(j\omega) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{-4j\omega CR}{1 + 2j\omega CR} \to \omega \to \infty \; \frac{-4}{2} = -2$$

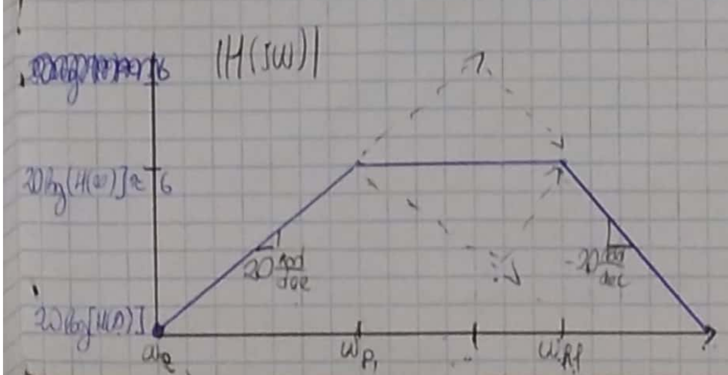
$\mu < 0$ parto da $-\pi$ però ho uno zero in $\omega = 0 \to$ Parto da $-\pi + \pi/2$

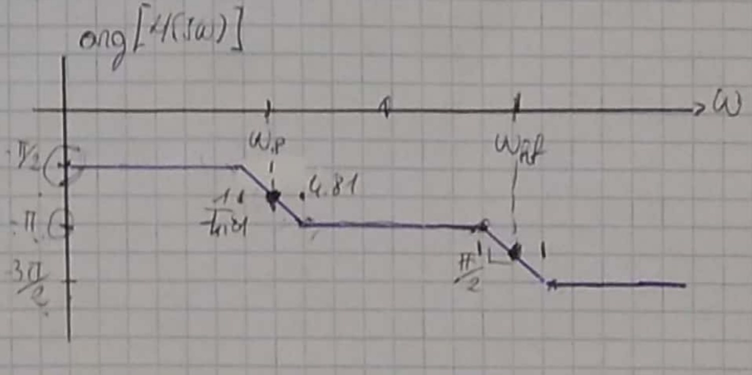
Da cui si ricavano

Zero $= -4j\omega CR \longrightarrow \omega_z = 0 \frac{rad}{s}$

Polo $= 1 + 2j\omega CR \longrightarrow \omega_p = \frac{1}{2CR} = 106k \frac{rad}{s}$

$$Polo_{Rf} = \frac{A_v B}{G} = \frac{A_v B}{|H(j\omega)|_{\omega=\infty}} = \frac{1MHz \cdot 2\pi}{2} = 3{,}14M \frac{rad}{s}$$





c). $v_{in} = V_M \sin(\omega t)$, con $\omega = 700\ \text{Krad} \ggg \omega_p \rightsquigarrow \omega \ll \omega_{hf}$

$$|H(j\omega)|_{\omega=700K\,r/s} \simeq |H(j\omega)|_{\omega\to\infty} \simeq = 2$$

$$SR = \left|\frac{dv_{out}}{dt}\right|_{max} = \frac{1V}{\mu S}$$

$$v_{out} = |H(j\omega)|_{\omega\to\infty} V_M \sin(\omega t) \longrightarrow \left|\frac{dv_{out}}{dt}\right|_{max} = SR = \frac{1V}{\mu S} = V_{M,MAX}\cos(\omega t)\cdot\omega$$

Quindi $V_{MAX,M} = \dfrac{SR}{\omega\cdot|H(j\omega)|_{\omega\to\infty}} = \dfrac{\left(\frac{1V}{\mu S}\right)}{700kH_z\cdot 2} = 0{,}714V$

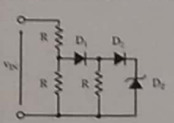
Elettronica T -Modulo 2
20-2-2015

A	B	C1	C2	Totale
/6	/8	/10	/8	

cognome	matricola
RIGATTI	0000659636
nome	**firma**
[illegible]	[illegible]

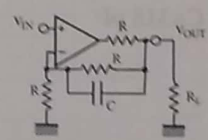
A Si dimensioni un filtro passa basso a opamp in modo che abbia le seguenti caratteristiche: Z_{IN}=10KΩ, guadagno in centro banda pari a 5, frequenza di taglio 10 KHz. Esplicitare i passaggi.

B Si consideri il circuito in figura. Si calcoli la massima tensione di ingresso V_{IN} applicabile. Esplicitare i passaggi



V_Z=3.9V
V_γ=0.7V
R=1.2KΩ
I_{zmax}=10mA

C1 Del circuito in figura si tracci la caratteristica statica per $V_{IN} \in$ [-5V..5V]. Esplicitare i passaggi.



R = 10 KΩ, R_L = 20KΩ
L_+= $-L_-$=12V C=470pF

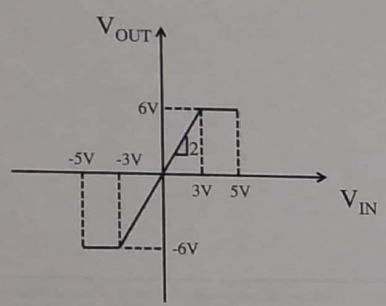
C2 Calcolare ora la funzione di trasferimento del circuito assumendo che l' OPAMP sia in alto guadagno. Si calcolino le frequenze di eventuali zeri e poli. Esplicitare i passaggi.

Scanned by CamScanner

A. R_1=10KΩ, R_2=50 KΩ, C=318 pF

B. 27.15V

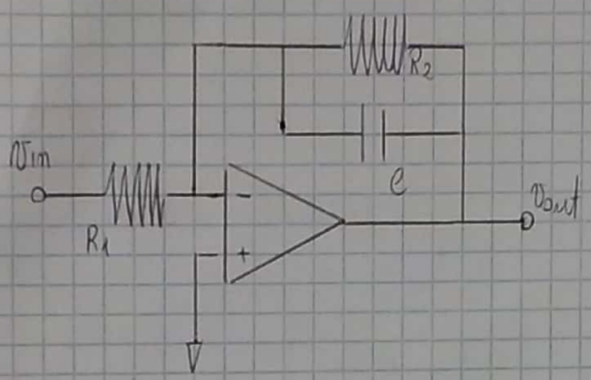
C.



D. $H(j\omega) = 2 \cdot \dfrac{1 + j\omega RC/2}{1 + j\omega CR}$

20/02/2015

A) Dimensionare Passa-Basso con
$Z_{in} = 10K\Omega$; $A_{V_0} = 5$; $f_t = 10KHz$



$$V_{out} = -\frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{1 + j\omega C R_2} \cdot V_{in}$$

① Dato che $A_{V_0} = 5 \Rightarrow \frac{-R_2}{R_1} = 5$ quindi

$R_2 = -5 R_1$ e dato che $Z_{in} = 10K\Omega$

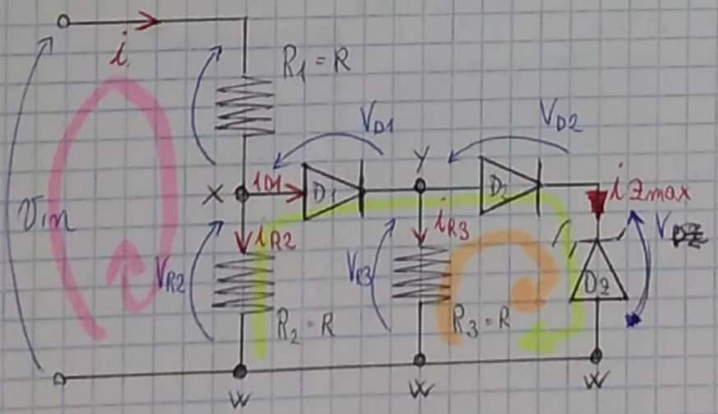
$= -5 Z_{in} = -50K\Omega$

② Dato che $f_t = 10KHz \Rightarrow \omega_t = 2\pi f_t = 2\pi \cdot 10KHz$ inoltre so che

$$\omega_t = \frac{1}{C R_2} \longrightarrow 2\pi 10KHz = \frac{1}{-50K\Omega \cdot C} \Rightarrow C = \frac{1}{-50K\Omega \cdot 2\pi \cdot 10KHz} = 318\,pF$$

③ Riepilogo: $R_1 = 10K\Omega$; $R_2 = -50K\Omega$; $C = 318\,pF$

B) Calcolare Vin Applicabile, sapendo che
$V_Z = 3,9v$; $V_\gamma = 0,7v$; $R = 1,2K\Omega$; $I_{Z,MAX} = 10mA$



① $R_1 = R_2 = R_3 = R$
$V_{D1} = V_{D2} = V_\gamma$

② HP → D_1 e D_2 in Diretta e D_Z in scarica
LCK "x" → $i = i_{D1} + i_{R2}$
LCK "y" → $i_{D1} + i_{Z,max} = i_{R3}$

③ Sfrutto le tensioni note → LVK "Giallo" → $V_{R2} = V_{D1} + V_{D2} + V_Z = 5,3$
Esprimendo $V_{R2} = R_2 i_{R2} \Rightarrow i_{R2} = \frac{V_{R2}}{R_2} = \frac{5,3}{1,2K\Omega} = 4,41\,mA$

④ Saputa i_{R2}, per calcolare "i" ci serve i_{D1}, tuttavia dalla LCK "y" si ha che
$i_{D1} = i_{R3} - i_{Z,max}$ quindi calcoliamo $i_{R3} = \frac{V_{R3}}{R_3}$ attraverso le tensioni note

LVK "~~Arancio~~" → $V_{R3} = V_{D2} + V_Z = 0,7 + 3,9 = 4,6v \Longrightarrow i_{R3} = \frac{V_{R3}}{R_3} = \frac{4,6}{1,2K\Omega} = 3,83\,mA$

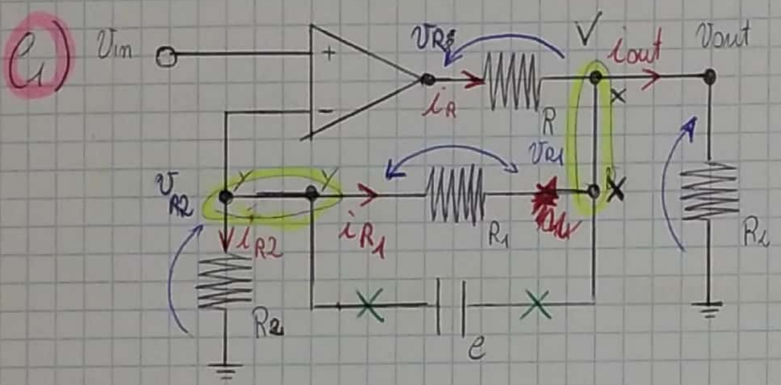
- Ora calcoliamo $i = i_{D1} + i_{R2} = [i_{R3} + i_{Z,MAX}] + i_{R2} = [3,83 + 10] + 4,41 = 18,24\,mA$

(5) Per trovare V_{in} facciamo una LVK e ricorriamo alle correnti note

LVK "Verde" $V_{in} - V_{R1} - V_{R2} = 0$ da cui si ha che:

$$V_{in} = V_{R1} + V_{R2} = Ri + Ri_{R2} = R(i + i_{R2}) = 1{,}2\,k\Omega\,(4{,}41\,mA + 18{,}24\,mA) = 27{,}18\,V$$

C1)



$R = 10K\Omega$; $R_L = 20K\Omega$

$L_+ = -L_- = 12V$

$C = 470pF$

(1) Dato che è richiesta la Caratteristica Statica allora considero C = circuito aperto ottenendo dunque un Amplificatore Non Invertente quindi si ha che:

Per la regola del partitore di tensione:

Dalla LCK "X" $\rightarrow i_{R2} + i_{R1} = 0$

LCK "X" $\rightarrow i_R = i_{out} - i_{R1}$

Esprimo le correnti come tensioni:

$$i_{R1} = \frac{V_- - V_{out}}{R_2} = \frac{V_{R2}}{R_2} = \frac{-V_{R1}}{R_1}$$

$$i_R = \frac{V_R - V_{out}}{R}$$

$$i_{out} = \frac{V_{out}}{R_L}$$ quindi

$$V_{in} = \frac{R_1}{R_1 + R} V_{out} = \frac{1}{2} V_{out}$$

XKE

$$V_{out} = \frac{R_1 + R}{R_1} V_{in} = 2V_{in}$$

$$V_{in} = \frac{1}{2} V_{out}$$

$i_R + i_{R1} - i_o \rightarrow i_R + i_{R2} = i_o$

$$\frac{V_R - V_{out}}{R} + \frac{V_- - V_{out}}{R} = \frac{V_{out}}{R_L} \quad \text{con } V_- = V_{in}$$

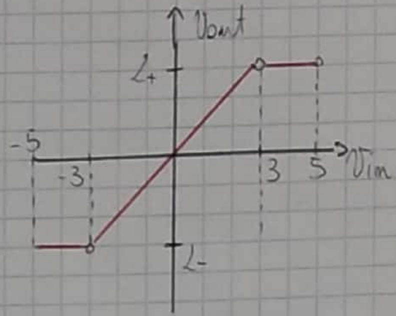
$V_R - V_{out} + V_{in} - V_{out} = \frac{V_{out}}{R_L} \cdot R$ con $V_{in} = \frac{1}{2} V_{out}$ quindi

$$V_R - V_{out} + \frac{1}{2}V_{out} - V_{out} = \frac{V_{out} R}{R_L} \rightarrow V_R - \frac{3}{2} V_{out} = \frac{R}{R_L} V_{out}$$

$v_R - \frac{3}{2}V_{out} = \frac{1}{2}V_{out} \longrightarrow v_R = 2V_{out} \longrightarrow V_{out} = \frac{V_x}{2}$

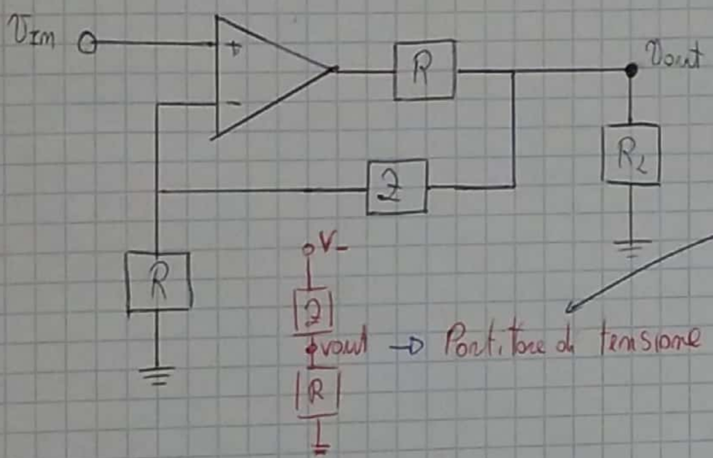
Quindi quando Opamp Satura → $V_x = L_{+/-} = \pm 12 \Rightarrow V_{out} = \pm 6$

e dato che $V_{out} = \pm 6 = 2V_{in} \Rightarrow V_{in} = \pm 3$



C2)

Calcolare $H(j\omega)$



$Z = R // C = \left[\frac{1}{R} + j\omega C\right]^{-1} = \frac{R}{1+j\omega CR}$

$V_{In} = V_- = \frac{R}{Z+R}V_{out}$ con

$Z + R = \frac{R}{1+j\omega CR} + R = \frac{R + R(1+j\omega CR)}{1+j\omega CR}$

$= \frac{R(2+j\omega CR)}{1+j\omega CR}$

→ Partitore di tensione

Quindi $V_{In} = R \cdot \frac{1+j\omega CR}{R(2+j\omega CR)}V_{out} = \frac{1+j\omega CR}{2+j\omega CR}V_{out}$

⇓

$V_{out} = \frac{2+j\omega CR}{1+j\omega CR}V_{in}$ e dato che $H(j\omega) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{2+j\omega CR}{1+j\omega CR}$

↓

$\frac{2\left[1+j\omega C\frac{R}{2}\right]}{1+j\omega CR}V_{in}$; $\frac{2\left[1+j\omega CR/2\right]}{1+j\omega CR}$

Zero $= 1 + j\omega CR/2 \Rightarrow \omega_z = \frac{1}{\left(\frac{R}{2}\right)C} = 425{,}53\ K\frac{rad}{s}$

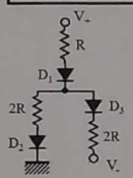
Polo $= 1 + j\omega CR \Rightarrow \omega_p = \frac{1}{CR} = 212{,}76\ K\frac{rad}{s}$

Elettronica T -Modulo 2 9-6-2015		A	B	C1	C2	Totale
		/5	/8	/10	/9	

cognome RIPATTI	matricola 0000659636
nome LUIGI FRANCESCO	firma [illegible]

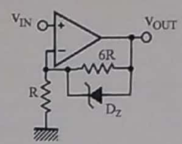
A Si dimensioni la capacità nel circuito multivibratore astabile in modo che il periodo di oscillazione sia 1ms. Si consideri: $R=10K\Omega$, $\beta=0.5$, $L_+=-L_-=14V$.
Esplicitare i passaggi.

B Si consideri il circuito in figura. Si calcoli la corrente I_{D3} . Esplicitare i passaggi



$V_\gamma=0.7V$
$R=1\ K\Omega$
$V_+= -V_-=10V$

C1 Del circuito in figura si tracci la caratteristica v_{OUT}-v_{IN} per $V_{IN}\in$ [-10V..10V].
Esplicitare i passaggi.



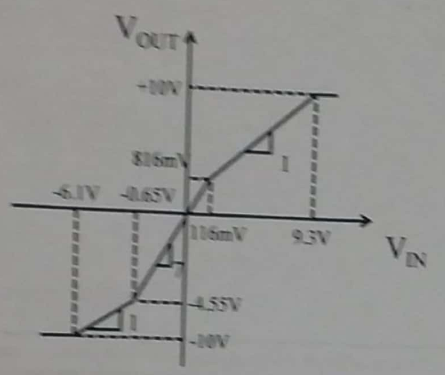
$R=\ 10\ K\Omega$,
$L_+= -L_-=10V$
$V_Z=3.9V$, $V_\gamma=0.7V$

C2 Sia ora applicato all' ingresso il segnale $v_{IN}(t)= 1V + 0.1V\sin(\omega t)$. Sapendo che lo slew-rate dell' OPAMP è pari a $1V/\mu s$ calcolare la massima frequenza di v_{IN} che garantisce assenza di distorsione. Esplicitare i passaggi.

A. 45.5 nF

B. 5.9 mA

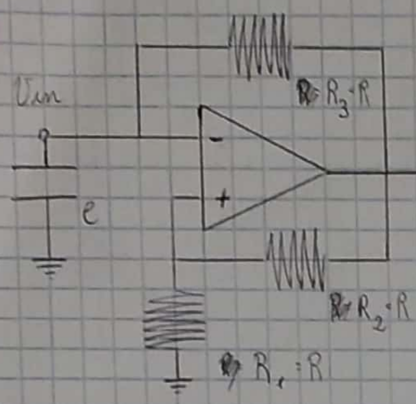
C.



D. 1.59 MHz

09/06/2015

A)



$R = 10\ K\Omega$

$\beta = 0{,}5$

$L_+ = -L_- = 14V$

$T = 1ms$

$\beta = \frac{R_1}{R_1+R_2} = \frac{10K}{10K+10K} = \frac{1}{2} = 0{,}5$ Verificato

Supponendo che l'OPAMP sia ideale ed in alto guadagno [$i_+ = i_- = 0$ e $V_D = 0$]

$$T = \tau \ln\left[\frac{L_- - V_{TH}}{L_- - V_{TL}}\right] + \tau \ln\left[\frac{L_+ - V_{TL}}{L_+ - V_{TH}}\right]$$

$$= T_1 + T_2 = 2\tau \ln\left[\frac{1+\beta}{1-\beta}\right]$$ con $\tau = RC$ e $V_{TH} = \beta L_+$ e $V_{TL} = \beta L_-$

$$= RC \ln\left[\frac{L_- - \beta L_+}{L_- - \beta L_-}\right] + RC \ln\left[\frac{L_+ - \beta L_-}{L_+ - \beta L_+}\right]$$

$$= 10kC \ln\underbrace{\left[\frac{-14 - \frac{1}{2}\cdot 14}{-14 + \frac{1}{2}\cdot 14}\right]}_{=3} + 10kC \cdot \ln\underbrace{\left[\frac{14 + \frac{1}{2}\cdot 14}{14 - \frac{1}{2}\cdot 14}\right]}_{=3} = 10kC\ln(3) + 10kC\ln(3)$$

$$= 10kC\,[\ln[3] + \ln[3]]$$

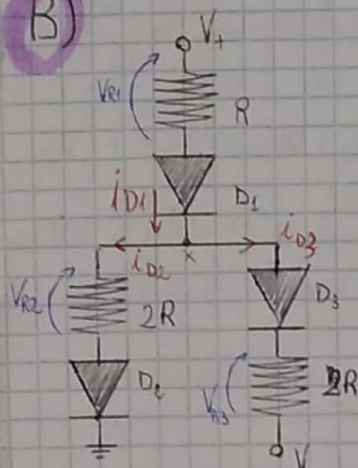
$$= 10kC \ln[9] = 21972{,}25\,C = T$$

Dato che $T = 21972{,}25 \cdot C = 1ms$

allora $C = \frac{1ms}{21972{,}25} = 4{,}5511 \times 10^{-8} F$

$= 45{,}51\ nF$

B)



Calcolare i_{D3} sapendo che $V_\gamma = 0{,}7v$; $R = 1K\Omega$; $V_+ = -V_- = 10v$

LCK "x" → $i_{D1} = i_{D2} + i_{D3}$ → esprimo le correnti in funzione delle tensioni

$$\begin{cases} i_{D1} = [-V_x - V_{D1} + V_+]\frac{1}{R} \\ i_{D2} = [V_x - V_{D2}]\frac{1}{2R} \\ i_{D3} = [V_x - V_{D3} - V_-]\frac{1}{2R} \end{cases}$$

Pongo $V_{D1} = V_{D2} = V_{D3} = V_\gamma$ e $I_{D1}, I_{D2}, I_{D3} > 0$ e tutti i Diodi in Diretta

→ Esplicito i valori noti

$$i_{D1} = [10 - 0{,}7 - V_x]\frac{1}{R} = \frac{9{,}3 - V_x}{1K}$$

$$i_{D2} = [V_x - 0{,}7]/2K$$

$$i_{D3} = [V_x + 9{,}3]/2K$$

$$\begin{cases} V_x = V_{D2} + 2Ri_{D2} \\ V_x = V_- + V_{D3} + 2Ri_{D3} \\ V_+ = V_x + V_{D1} + Ri_{D1} \end{cases}$$

Quindi dato che $i_{D3} = i_{D1} - i_{D2}$ allora $\frac{9{,}3 - V_x}{1K} - \frac{V_x - 0{,}7}{2K} = \frac{V_x - 10{,}3}{2K}$

Dalla LCK $i_{D1} = i_{D2} + i_{D3}$ si ha che:

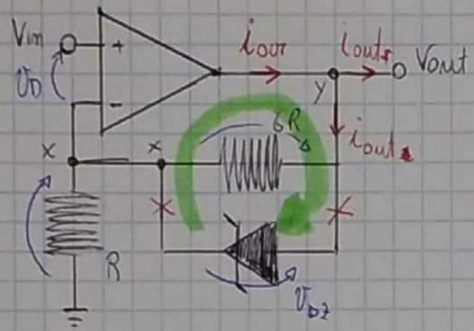
$$\frac{9,3 - V_x}{1K} = \frac{V_x - 0,7 + V_x + 9,3}{2K}$$

$$18,6 - 2V_x = 2V_x + 8,6$$

$$4V_x = 18,6 - 8,6$$

$V_x = 2,5$ quindi $i_{D3} = \frac{V_x - 9,3}{2K} = 5,9\ mA$

(C1)



$R = 10K\Omega$

$L_+ = -L_- = 10V$

$V_Z = 3,9V$

$V_\gamma = 0,7V$

① Ipotizzo che l'OPAMP sia ideale ad in Alto Guadagno

(HP) DZ in Interdizione [in DZ non passa corrente]

$V_{out} = Ri_{out} + 6Ri_{out}$ dato che $V_x = V_{in} = Ri_{out}$

{si è trovato V_{out} perché si nota che dato che $V_D = 0$ si ha che $V_x = V_{IN}$ e la tensione tra $V_x = Ri_{out}$ e V_{out} è $V_x - V_{out} = 6Ri_{out}$ quindi $V_{out} = V_x + 6Ri_{out}$ e dunque $V_{out} = Ri_{out} + 6Ri_{out} = 7Ri_{out}$ }

$= 7V_{in}$

Dato che $-V_\gamma \leq V_{DZ} \leq V_Z$ si ha che LVK "Verde"

$V_{DZ} = -V_{out} + V_x = V_{in} - V_{out}$

$= V_{in} - 7V_{in}$

$= -6V_{in}$

$-V_\gamma \leq V_{DZ} \Rightarrow 0,7 \leq -6V_{in}$

$V_{DZ} \leq V_Z \Rightarrow -6V_{in} \leq 3,9$

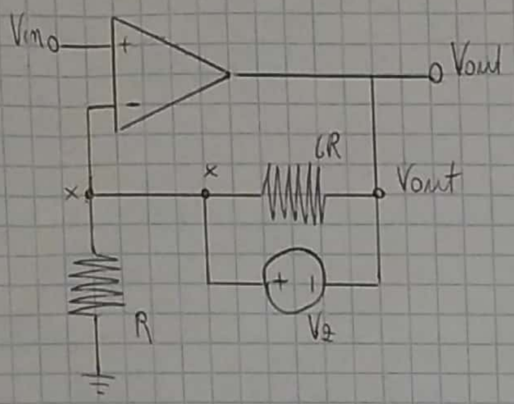
Da cui si ha che $\begin{cases} V_{in} \leq 116mV \\ V_{in} \geq -0,65V \end{cases}$

QUINDI $\forall$ $-0,65 \leq V_{in} \leq 116mV$

SI HA CHE $V_{out} = 7V_{in}$

(HP) DZ in Diretta [D_Z diventa Generatore non comandato di tensione $\rightarrow V_{DZ} = V_Z = 3,9V$]

"Prima ho scoperto a quanto V_{out} vale rispetto a V_{in}, ora devo scoprire per quali valori di V_{in}, l'OPAMP satura



Dato che l'OPAMP è sempre in alto guadagno, si ha che $V_D = 0 \Rightarrow V_m = V_x = V_z = 3,9v$

e si ha che $V_{out} = V_z - V_{in}$

$\Downarrow$

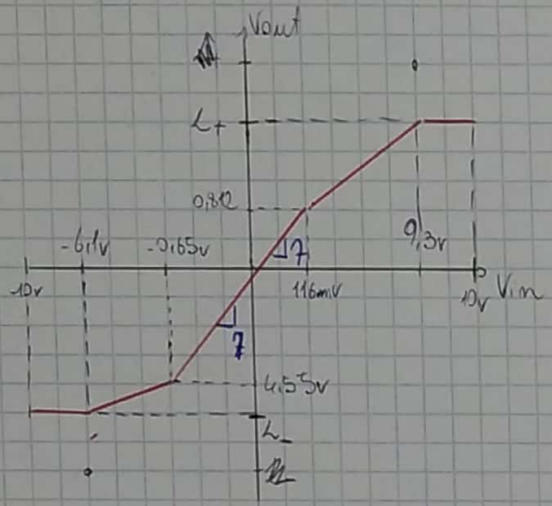
$V_{in} = V_{DZ} - V_{out}$

$= 3,9 - L_+$

$= -6,1v$

(Hp) D_z in Scarica $\rightarrow V_{DZ} = -V_\gamma = -0,7v$

quindi $V_{in} = V_{DZ} - V_{out} = 9,3v = V_{DZ} - L_-$



(e2)

$$SR = \left|\frac{dV_{out}}{dt}\right|_{max} = \frac{1v}{\mu s} \quad ; \quad V_{out} = 7V_{in}$$

$\Downarrow$

- Se $V_{in} = 1 + 0,1\sin(\omega_0 t)$ allora $V_{out} = 7 + 0,7\sin(\omega_0 t)$

quindi $dV_{out}/dt = 0,7\cos(\omega_0 t) \leq SR$ e considerando il caso peggiore $\rightarrow \cos(\omega t) = \pm 1$

si ha che $0,7\,\omega_0 = SR \rightarrow \omega_0 = \frac{SR}{0,7} = \frac{1}{0,7\mu} = 1,43\ \cancel{M} \frac{M\,rad}{s}$

$= 0,22\ MHz$

- D_z in Scarica / in Diretta si ha che se $V_{in} = 1 + 0,1\sin(\omega_0 t)$

allora $V_{out} = V_z - V_{in} = 3,9 - [1 + 0,1\sin(\omega_0 t)]$?

$dV_{out}/dt = 0,1\cos[\omega_0 t] \rightarrow$ Worst case $\rightarrow 0,1\,\omega_0 = SR \Rightarrow \omega_0 = \frac{SR}{0,1} = 10M \frac{rad}{s}$

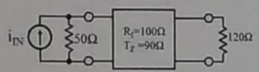
$$f = \frac{\omega_0}{2\pi} = 1,59\ MHz$$

Elettronica T -Modulo 2
7-7-2015

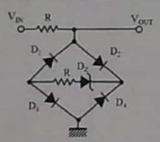
A	B	C1	C2	Totale
6 /6	8 /8	9 /9	9 /9	32

cognome RICATTI	**matricola** 500000659636
nome LUCA FRANCESCO	**firma** [illegible]

A Calcolare la Z_O dell' amplificatore in modo che risulti $dv_O/di_{IN} = 20\Omega$.
Esplicitare i passaggi.

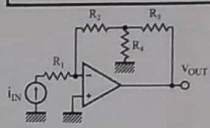


B Si tracci la caratteristica V_{OUT} –V_{IN} del seguente circuito per $V_{IN} \in$ [-10V..10V].
Esplicitare i passaggi



V_γ=0.7V
V_Z=3.9V
R=1 KΩ

C1 Si consideri il circuito in figura. Determinare la relazione v_{OUT}-i_{IN}.
Si consideri l' OPAMP ideale e in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.

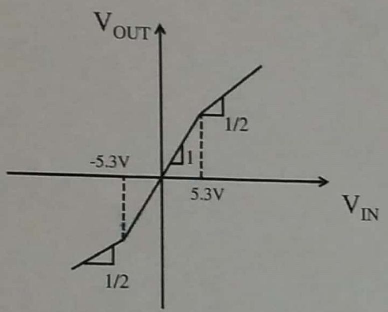


R_1 = 3 KΩ, R_2=R_3=R_4=2 KΩ
L_+= -L_-=10V

C2 Supponendo ora di far variare i_{IN} nell' intervallo [-1mA..1mA] determinare la massima potenza dissipata su ogni resistenza ed erogata dal generatore di corrente e dall' OPAMP.
Esplicitare i passaggi.

A. $Z_O = 60\Omega$

B.



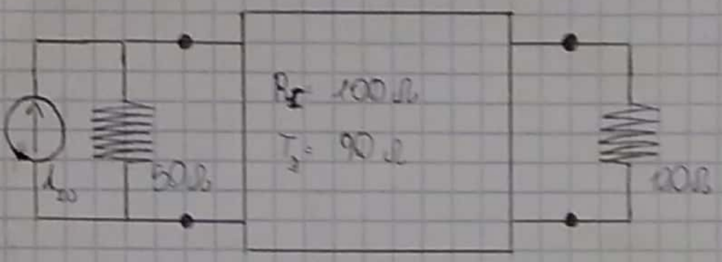
C. $v_{OUT} = -6K\Omega \cdot i_{IN}$

D.

$P_{INmax} = P_{1max} = 3mW$
$P_{2max} = P_{3max} = 2mW$
$P_{4max} = 8mW$
$P_{OAmax} = 12mW$

09/09/2015

A) Calcolare R_o tale che $\frac{dV_o}{dI_{in}} = 20\,\Omega$



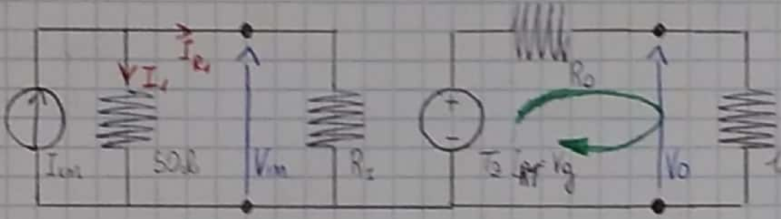
Sapendo che $\frac{dV_o}{dV_i} = 20$ e Ro che

$$\frac{dV_o}{dV_i} = \frac{dV_o}{dV_g} \cdot \frac{dV_g}{dI_{R1}} \cdot \frac{dI_{R1}}{dI_{in}}$$

Dal grafo si evince che

$V_{out} = 120\,\Omega \cdot i_{out}$ con

$i_{out} = \frac{V_g}{R_o + 120\,\Omega}$



120 Ω Quindi

$$V_{out} = \frac{120 \cdot V_g}{R_o + 120}$$

$$\frac{dV_{out}}{dV_g} = \frac{d\left[\frac{120 V_g}{R_o + 120}\right]}{dV_g} = \frac{120}{R_o + 120}$$

Sappiamo che $V_g = T_z I_{R1} = 90\, I_{R1}$

e che $I_{in} = I_1 + I_{R1}$ e possiamo

esprimere $I_{R1} = I_{in}\frac{50}{50 + R_I} = \frac{50}{50+100} I_{in} = \frac{1}{3} I_{in}$ $\longrightarrow$ $\frac{dI_{R1}}{dI_{in}} = \frac{1}{3}$

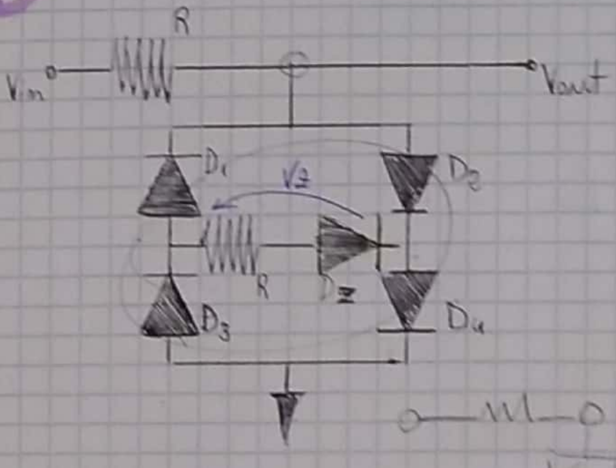
di conseguenza $V_g = 30\, I_{in}$

$= 90\, I_{R1}$ $\longrightarrow$ $\frac{dV_g}{dI_{R1}} = 90$

Infine $\frac{dV_o}{dI_{in}} = \frac{120}{R_o + 120} \cdot 90 \cdot \frac{1}{3} = 20 \longrightarrow \frac{120}{R_o + 120} \cdot 30 = 20$

quindi $120 \cdot 30 = 20[R_o + 120] \rightarrow [[120 \cdot 30] - 2400] \cdot \frac{1}{20} = R_o = 60\,\Omega$

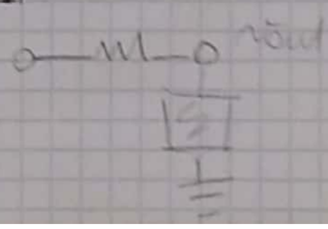
B) Tracciare caratteristica Vout - Vin per $V_{in} \in [-10\,V, 10\,V]$



① Ipotizzo D_1, D_2, D_3, D_4 in Diretta e D_Z in Inversa

$V_{out} = V_Z + V_{D2} + V_{D3}$ oppure $V_{out} = V_{D1} + V_{D4} + V_Z$

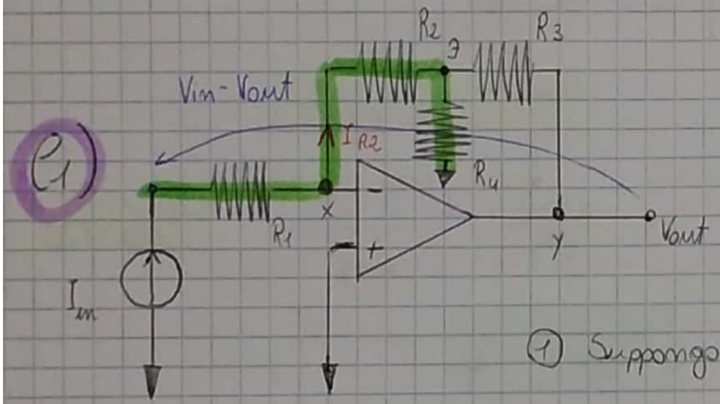
quindi $V_{out} = 3{,}9 + V_\gamma + V_\gamma = 3{,}9 + 0{,}7 + 0{,}7 = 5{,}3\,V$



$V_\gamma = 0{,}7\,V$; $V_Z = 3{,}9\,V$

$R = 1\,k\Omega$

② Ipotizzo D2 in diretta



$R_1 = 3\,k\Omega$

$R_2 = R_3 = R_4 = 2\,k\Omega$

$L_+ = -L_- = 10\,V$

① Suppongo OPAMP Ideale $[i_+ = i_- = 0]$ in High GAIN $[V_D = 0]$

LCK "x" $= I_{IN} = I_{R2}$

LCK "z" $= I_{R2} = I_{R4} + I_{R3}$ → Dato che $R_3 = R_4$ → $I_{R3} = I_{R4} = \frac{1}{2} I_{R2}$

Quindi si ha che $V_{in} - V_{out} = V_{R3} + V_{R2} + V_{R1}$

quindi $V_{out} = -[V_{R3} + V_{R2} + V_{R1} \mp V_{IN}]$ con $V_{in} = V_x - V_{R1}$

Tuttavia conviene esprimere Vout in funzione di I_{IN} e dei Resistori da essa attraversati

$$V_{out} = -[R_1 + R_2 + [R_3 // R_4]]\, I_{IN} =$$

$$= -\left[3_k + 2_k + \left[\frac{2 \cdot 2}{2+2}\right]\right] I_{IN} = 6K\, I_{in}$$

e2) Supposto $I_m \in [-1mA ; 1mA]$ determinare Max Pot dissipata sui resistori ed erogata da generatore e Opamp

① $\sum P_a = \sum P_e \rightarrow$ Tellengen

② $P = RI^2$

$P_{R1,MAX} = R_1 \cdot I_{m,MAX}^2 = 3\ mW$

$P_{R2,MAX} = R_2 \cdot I_{m,MAX}^2 = 2\ mW$

$P_{R3,MAX} = R_3 \cdot I_{m,MAX}^2 = 2\ mW$

$P_{R4,MAX} = V_d\, I_{m,max} = 8\ mW$

FORMULA OTTENUTA DALLE TENSIONI VERDI DEI e1

③ Per calcolare P_g si usa un nodo virtuale a massa "x" ① e si ottiene che

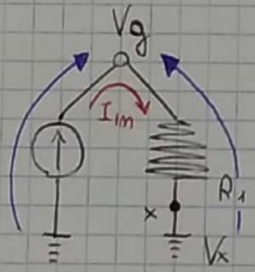
$V_g = V_{R1}$ dal disegno si vede che $V_g = V_x + V_{R2} - V_{R4}$ quindi $V_{R4} = V_g + V_{R2} + V_x = 8V$

$= V_{R1} + V_{R2} + V_{R1} = 8V$

→ dato che $V_g = R_1 I_m$

allora $P_g = R_1 I_{m,max}^2 = 3\ mW$

①



Dato che l'OPAMP è in Alto-Guadagno, si può vedere "Nodo x" come un nodo a massa

$P_o + P_g = P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + P_{R4}$

$P_o = P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + P_{R4} - P_g =$

$= [3 + 2 + 2 + 8 - 3] \times 10^{-3} W = 12\ mW$

Scanned by CamScanner

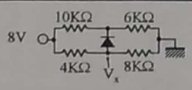
Elettronica T -Modulo 2
16-1-2014

A	B	C1	C2	Totale
/8	/10	/8	/6	

cognome RAPATTI	matricola 30000659636
nome LUCA FRANCESCO	firma [illegible]

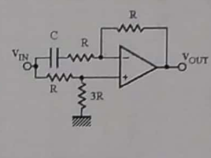
A Sia dato un amplificatore lineare con uscita in tensione ed ingresso in corrente caratterizzato da impedenze di ingresso e uscita pari a 50 Ohm. Se collegato ad una sorgente di segnale ideale con uscita in corrente e chiuso su un carico di 100 Ohm, la transimpedenza dv_o/di_s risulta pari a 28 Ohm. Calcolare la transimpedenza a vuoto dell' amplificatore. Esplicitare i passaggi.

B Determinare la tensione al nodo V_X . Esplicitare i passaggi.



V_γ=0.7V

C1 Del circuito in figura determinare la funzione di trasferimento e tracciarne i diagrammi di Bode. Si supponga l' OPAMP ideale e in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.



R =10KΩ
C=12 nF

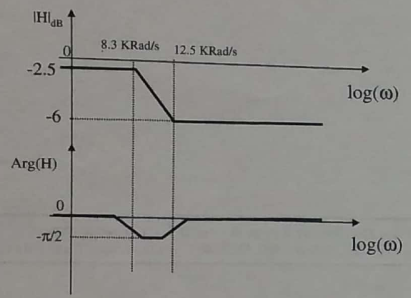
C2 Sia ora L_+= $-L_-$= 15V. Trovare il range di valori di V_{IN} che garantiscono il funzionamento in alto guadagno dell' OPAMP in regime statico. Esplicitare i passaggi.

A 42 Ω

B 4.65 V

C1

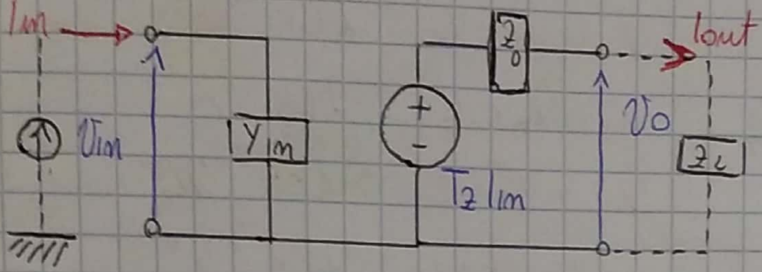
$$H(j\omega)=\frac{3}{4}\frac{1+j\omega\frac{2}{3}RC}{1+j\omega RC}$$



C2 $-20V \leq V_{IN} \leq 20V$

16/1/2016

A



$Z_o = 50\,\Omega$

$Z_{in} = 50\,\Omega = 1/Y_{in}$

$Y_{in} = 1/50 = 0{,}02$

$Z_L = 100\,\Omega$

$\frac{dV_o}{di} = 28 = T_Z$ con carico

① Se faccio LVK_1 : $T_Z I_{in} = Z_{out} I_{out} + Z_{load} I_{out}$ con $Z_{load} I_{out} = V_{out_L}$

quindi $T_Z I_{in} = Z_{out} I_{out} + V_{out_L}$ con $I_{out} = \frac{V_{out_L}}{R_{load}}$

$$= Z_{out}\left[\frac{V_{out_L}}{R_L}\right] + V_{out}$$

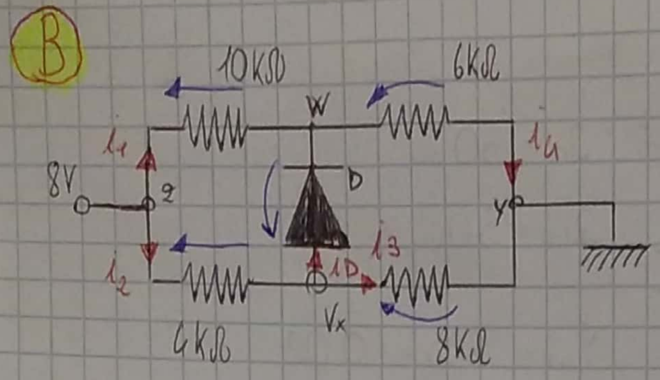
$$= V_{out_L}\left[\frac{Z_{out}}{R_L} + 1\right]$$

② Dato che $T_Z I_S = V_{out_L}\left[\frac{Z_{out}}{R_L} + 1\right] \Rightarrow \frac{dV_{out}}{dI_{in_L}} = T_Z =$

quindi $\begin{cases} T_{Z_L} = \frac{dV_{out_L}}{dI_{in}} & \text{derivo sia a SX che a DX per } I_{in} \\ \frac{dV_{out_L}}{dI_{in}}\left[1 + \frac{Z_{out}}{Z_L}\right] = T_Z \frac{dI_{in}}{dI_{in}} \end{cases}$

$\begin{cases} T_{Z_L} = \frac{dV_{out_L}}{dI_{in}} = 28 \\ T_Z\left[1 + \frac{Z_{out}}{Z_L}\right] \end{cases}$ $\begin{cases} T_{Z_L} \\ 28\left[1 + \frac{50}{100}\right] = 42\,\Omega \end{cases}$

B



$i_{in} = i_1 + i_2$ LCK "Z"

$i_2 = i_D + i_3$ LCK "X"

$i_4 = i_1 + i_D$ LCK "W"

$i_{out} = i_3 + i_4$ LCK "Y"

① Ipotizzo D Spento $\rightarrow V_x - V_w < 0,7V \rightarrow i_D = 0$

$i_1 = \frac{V_z - V_w}{10K\Omega} = \frac{8 - V_w}{10K\Omega}$ $i_4 = \frac{V_w - V_y}{6K\Omega} = \frac{V_w}{6K\Omega}$

$i_2 = \frac{V_z - V_x}{4K\Omega} = \frac{8 - V_x}{4K\Omega}$ $i_3 = \frac{V_x - V_y}{8K\Omega} = \frac{V_x}{8K\Omega}$

Dato che $i_D = 0 \Rightarrow i_2 = i_3$ ed $i_4 = i_1$

- $\frac{8 - V_x}{4K\Omega} = \frac{V_x}{8K\Omega} \longrightarrow \frac{8}{4K\Omega} = \frac{V_x}{8K\Omega} + \frac{V_x}{4K\Omega} \longrightarrow 2 = \frac{3}{8}V_x \rightarrow V_x = 5,3V$
- $\frac{V_w}{6K\Omega} = \frac{8 - V_w}{10K\Omega} \rightarrow \frac{V_w}{6K\Omega} + \frac{V_w}{10K\Omega} = \frac{8}{10K\Omega} \longrightarrow \frac{4}{15}V_w = \frac{4}{5} \rightarrow V_w = 3V$

Ora controlliamo lo stato del diodo

$V_x - V_w = (5,3V - 3V) = 2,3 > 0,7V \rightarrow$ il risultato non è coerente con l'ipotesi quindi il Diodo è in Diretta

② Ipotizzo D in diretta $\rightarrow V_x - V_w = V_\gamma = 0,7V$ ed $i_D \neq 0$

Dato che $i_D \neq 0 \Rightarrow i_D = i_2 - i_3 = i_4 - i_1$

$\frac{8 - V_x}{4K\Omega} - \frac{V_x}{8K\Omega} = \frac{V_w}{6K\Omega} - \frac{8 - V_w}{10K\Omega} \rightarrow$ pongo $V_w = V_x - 0,7$

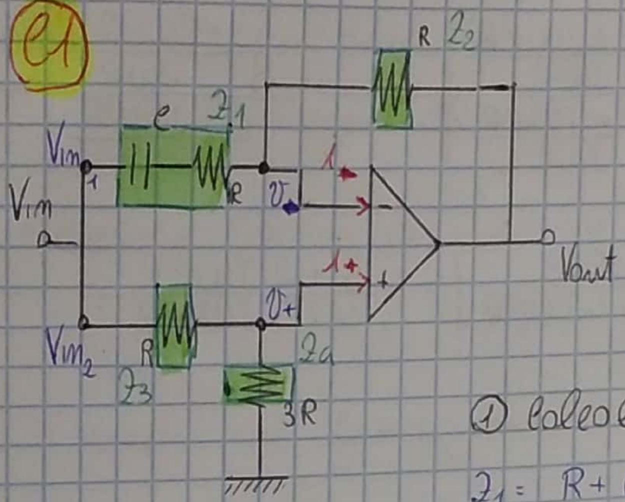
$\frac{8 - V_x}{4K} - \frac{V_x}{8K} = \frac{V_x - 0,7V}{6K} - \frac{8 - V_x - 0,7}{10K} \rightarrow \frac{8}{4K} - \frac{V_x}{4K} - \frac{V_x}{8K} = \frac{V_x}{6K} - \frac{0,7}{6K} - \frac{8}{10K} - \frac{V_x}{10K} - \frac{0,7}{10K}$

$\rightarrow V_x\left(-\frac{1}{4K} - \frac{1}{8K} - \frac{1}{6K} + \frac{1}{10K}\right) = -\frac{224}{75} \rightarrow V_x\left[\frac{-77}{120K}\right] = \frac{-224}{75K}$

$\rightarrow V_x = 256/55 = 4,654V$

16/11/2014

E1



$R = 10 K\Omega$

$C = 12 \, nF$

Opamp Ideale $i_+ = i_- = 0$

Opamp MF $= V_D = V_+ - V_- = 0$

① Calcolo impedenze

$$Z_1 = R + C = \frac{1 + jwCR}{jwC}$$

$$Z_2 = Z_3 = R \qquad Z_4 = 3R$$

② Si ha un Amplificatore differenziale a opamp quindi per calcolare la V_{out} uso la SdE

- Pongo $V_{in_2} = 0$ e lo collego a massa. L'opamp diventa un Amplificatore Invertente quindi

$$V_{out_1} = \frac{-Z_2}{Z_1} V_{in_1}$$

- Pongo $V_{in_1} = 0$ e lo collego a massa. L'opamp diventa un amplificatore non invertente con ingresso V_+ dato dalla Legge del partitore di tensione

$$\begin{cases} V_+ = \dfrac{Z_4}{Z_3 + Z_4} V_{in_2} = \dfrac{3}{4} V_{in_2} \\ V_{out_2} = \dfrac{Z_2 + Z_1}{Z_1} V_+ \end{cases}$$

- Riassemblo tutto sapendo che $V_{in_1} = V_{in_2} = V_{in}$ quindi

$$V_{out} = V_{out_1} + V_{out_2} = -\frac{Z_2}{Z_1} V_{in} + \frac{Z_2 + Z_1}{Z_1} \underbrace{\left[\frac{3}{4} V_{in} \right]}_{= V_+}$$

$$= V_{in} \left[\frac{-Z_2}{Z_1} + \frac{3Z_1 + 3Z_2}{4Z_1} \right] = \frac{3Z_1 - Z_2}{4Z_1} V_{in}$$

③ Dato che $V_{out} = H(j\omega)V_{in} \Rightarrow H(j\omega) = V_{out}/V_{in}$ allora

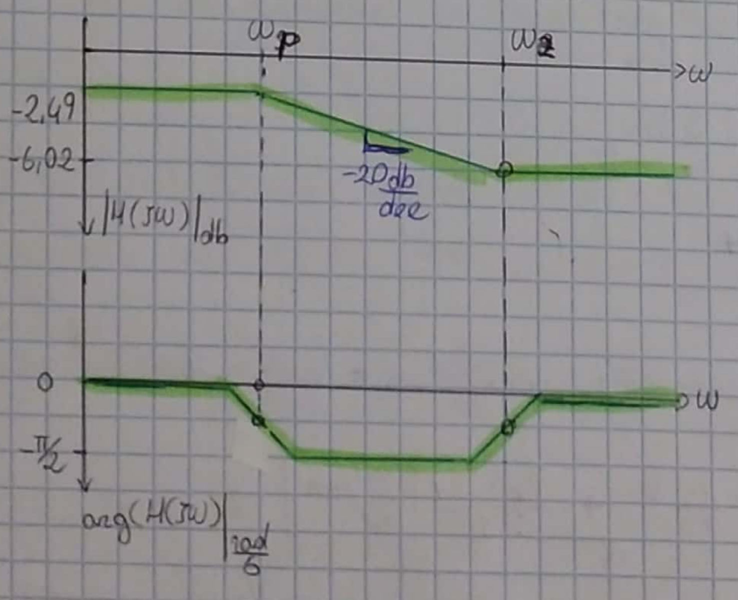
$$H(j\omega) = \frac{3Z_1 - Z_2}{4Z_1} = \frac{3\left[\frac{1+j\omega CR}{j\omega C}\right] - R}{4\left[\frac{1+j\omega CR}{j\omega C}\right]} = \frac{\left[\frac{3+3j\omega CR - j\omega RC}{j\omega C}\right]}{\left[\frac{4+j\omega CR}{j\omega C}\right]}$$

$$= \left[\frac{3+2j\omega CR}{j\omega C}\right]\left[\frac{j\omega C}{4+4j\omega CR}\right] = \frac{3+2j\omega CR}{4+4j\omega CR}$$

$$= \frac{3}{4}\cdot\frac{1+\left[\frac{2}{3}\right]j\omega CR}{1+j\omega CR}$$ con $\mu = \frac{3}{4}$

④ Calcolo poli, zeri ed estremi della fdt

- $|H(j0)| = \left|\frac{3}{4}\cdot\frac{1}{1}\right| = \frac{3}{4} \Rightarrow 20\log\left(\frac{3}{4}\right) = -2.49\ db$
- $|H(j\infty)| = \left|\frac{3}{4}\cdot\frac{2/3}{1}\right| = \frac{1}{2}$ $20\log\left(\frac{1}{2}\right) = -6.02\ db$
- Polo $\rightarrow 1 + j\omega CR \rightarrow \omega_p = \frac{1}{CR} = 8{,}333\ K\ \frac{rad}{s}$
- Zero $\rightarrow 1+(2/3)\omega CR \rightarrow \omega_z = \frac{1}{\left(\frac{2}{3}\right)CR} = 12{,}500\ K\ \frac{rad}{s}$
- Dato che $\mu > 0 \Rightarrow \arg(H(j0)) = 0$



16/1/2016

(C2) Dati $L_+ = -L_- = 15V$ si trovi il range di Vin che garantisce il funzionamento dell'opamp in Hg in Regime Statico

- Regime Statico => $C = 0$ -> circ aperto

$V_{R2} = R i_1 = V_- - V_{out}$ visto che $i_1 = 0$ per via del circuito aperto sul condensatore si ha che

$V_{out} = V_-$ quindi, siccome $V_- = V_+$ (Opamp in HG)

allora $V_{out} = V_+ = \frac{R_4}{R_4+R_3} V_{in} = \frac{3}{4} V_{in}$

- Sapendo che se $V_{out} = L_\pm$ allora per avere un funzionamento in HG dell'opamp...

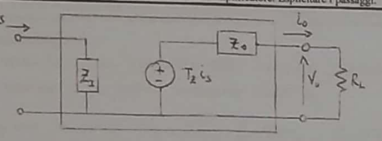
$$\begin{cases} 15 \leq \frac{3}{4} V_{in} \\ -15 \geq \frac{3}{4} V_{in} \end{cases} \quad \begin{cases} 15 \cdot \frac{4}{3} \leq V_{in} \\ -15 \cdot \frac{4}{3} \geq V_{in} \end{cases} \quad \begin{cases} -20V \leq V_{in} \leq 20V \end{cases}$$

Elettronica T -Modulo 2
16-1-2014

A	B	C1	C2	Totale
/8	/10	/8	/6	

cognome	matricola
nome	firma

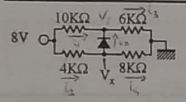
A Sia dato un amplificatore lineare con uscita in tensione ed ingresso in corrente caratterizzato da impedenze di ingresso e uscita pari a 50 Ohm. Se collegato ad una sorgente di segnale ideale con uscita in corrente e chiuso su un carico di 100 Ohm, la transimpedenza dv_o/di_s risulta pari a 28 Ohm. Calcolare la transimpedenza a vuoto dell' amplificatore. Esplicitare i passaggi.



$$V_o = \underbrace{T_{z0}}_{\text{TRANSIMPEDENZA A VUOTO}} \cdot i_s = \underbrace{T_z}_{\text{TRANSIMPEDENZA CON CARICO 100}\Omega} i_s - Z_o \cdot i_o \Rightarrow 28\Omega\, i_s - 50\Omega \cdot \frac{V_o}{R_L} = V_o \Rightarrow V_o = 42\,\Omega\, i_s$$

QUINDI $T_{z0} = \frac{dV_o}{di_s} = 42\Omega$

B Determinare la tensione al nodo V_X. Esplicitare i passaggi.



V_γ=0.7V

SE IL DIODO E' OFF: $V_x - V_y < V_\gamma = 0{,}7V$

$\frac{8V - V_y}{10k\Omega} = i_1 = i_3 = \frac{V_y}{6k\Omega} \Rightarrow V_y = 3$

$\frac{8V - V_x}{4k\Omega} = i_2 = i_4 = \frac{V_x}{8k\Omega} \Rightarrow V_x \cong 5{,}3V$

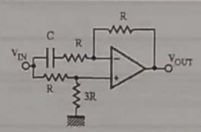
$V_x - V_y > V_\gamma$!! QUINDI IL DIODO E' ON

$$\begin{cases} i_1 + i_D = i_3 \\ i_2 = i_D + i_4 \\ V_x - V_y = 0{,}7V \end{cases} \Rightarrow i_D = i_3 - i_1 = \frac{V_y}{6k\Omega} - \frac{8V - V_y}{10k\Omega} = i_2 - i_4 = \frac{8V - V_x}{\cancel{4k\Omega}_2} - \frac{V_x}{\cancel{8k\Omega}_4} = \frac{V_x - 0{,}7V}{\cancel{6k\Omega}_3} - \frac{8V - V_x + 0{,}7V}{\cancel{10k\Omega}_5}$$

$$V_x\left(-\frac{1}{2} - \frac{1}{4} - \underset{-0{,}33}{\frac{1}{3}} - \underset{-0{,}2}{\frac{1}{5}}\right) \cong V_x(-1{,}28) = -4V - \underset{-0{,}233V}{\frac{0{,}7V}{3}} - \underset{-1{,}74V}{\frac{8{,}7V}{5}} \cong -5{,}973V \Rightarrow$$

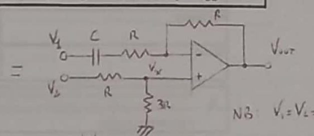
$$V_x \cong \frac{5{,}973V}{1{,}28} \cong 4{,}66V$$

C1 Del circuito in figura determinare la funzione di trasferimento e tracciarne i diagrammi di Bode. Si supponga l' OPAMP ideale e in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.



R =10KΩ
C=12 nF

=



NB: $V_1 = V_2 = V_{in}$

CALCOLO LA F.D.T. TRAMITE LA SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI:

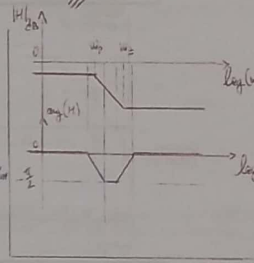
V_1 SPENTO $\longrightarrow V_x = \frac{3R}{3R+R} = \frac{3}{4}V_2$; $V'_{out} = \left(1 + \frac{R}{\frac{1}{sC}+R}\right)V_x$

V_2 SPENTO $\longrightarrow V_x = 0$, $V''_{out} = -\frac{R}{\frac{1}{sC}+R}V_1$

$V_{out} = V'_{out} + V''_{out} = \frac{1+2sRC}{1+sRC}\frac{3}{4}V_1 - \frac{sRC}{1+sRC}V_2 = \frac{3}{4}\frac{1+\frac{2}{3}sRC}{1+sRC}V_{in}$

$H(s) = \frac{3}{4}\frac{1+\frac{2}{3}sRC}{1+sRC}$; $s = j\omega$, $|H(j\omega)|_{dB} = 20 \cdot \log_{10}|H(j\omega)|$

POLI: $\omega_p = \frac{1}{\frac{2}{3}RC} \cong 5{,}33k\,\frac{rad}{s}$, ZERI: $\omega_z = \frac{1}{RC} = 12{,}5k\,\frac{rad}{s}$

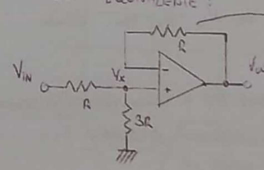


$\omega = 0 \Rightarrow |H|_{dB} = 20\log_{10}\left(\frac{3}{4}\right) \cong -1{,}25dB$; $\omega \to \infty \Rightarrow |H|_{dB} \cong 20\log\left(\frac{1}{2}\right) = -6dB$, $\omega \to 0 \Rightarrow \arg(H) = $ [illegible]

C2 Sia ora $L_+ = -L_- = 15V$. Trovare il range di valori di V_{IN} che garantiscono il funzionamento in alto guadagno dell' OPAMP in regime statico. Esplicitare i passaggi.

CONDIZIONI STATICHE $\Rightarrow V_{IN}$ = COSTANTE $\Rightarrow$ IL CONDENSATORE SI COMPORTA COME UN CIRCUITO APERTO ($Z_c \to \infty$)

CIRCUITO EQUIVALENTE:



$V_{out} - V_x = \frac{3R}{3R+R}V_{IN} = \frac{3}{4}V_{IN}$

QUINDI $-20V \leq V_x \leq 20V$

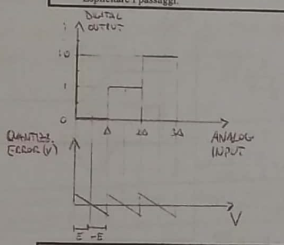
Scanned by CamScanner

Elettronica T -Modulo 2
29-1-2014

A	B	C1	C2	Totale
/8	/8	/8	/8	

cognome	matricola
nome	firma

A Sia dato un convertitore AD con range di tensione in ingresso pari a 0÷10V. Qual è il numero di bit minimo del convertitore affinchè il massimo errore di quantizzazione sia inferiore a 1mV ? Esplicitare i passaggi.



PER AVERE $|E| = 1mV \Rightarrow \Delta = 2mV$

SE IL RANGE DI TENSIONE È $[0, 10]V$

ALLORA POSSO SUDDIVIDERE IN

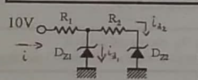
$L = \frac{10\cancel{V}}{2m\cancel{V}} = 5000$ LIVELLI. ← COME MINIMO! PER AVERE $|E| \le 1mV$

2^{12} bits => 4096 (TROPPO PICCOLO)

2^{13} bits => 8192 OK! => IL NUMERO DI BIT MINIMO È: 13!

2^{14} bits => 16384 OK!
↳ MA NON È IL MINIMO!

B Determinare il valore massimo di R_1 che garantisce il funzionamento in regime di scarica di entrambi i diodi Zener . Esplicitare i passaggi.



V_{Z1}=5.6V
V_{Z2}=3.9V
R_2=1KΩ
I_{Zmin}=100µA = 0,1mA

$i = i_{z_1} + i_{z_2}$

AI CAPI DI R_2 DOVREMMO AVERE $V_{Z_1} - V_{Z_2} = R_2 \cdot i_{Z_2}$ QUINDI

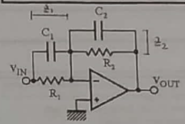
$i_{Z_2} = \frac{V_{Z_1} - V_{Z_2}}{R_2} = 1,7mA$,

$i_{Z_1} = I_{Z_{MIN}}$ (IL MINIMO INDISPENSABILE PER IL FUNZIONAMENTO IN REGIME DI SCARICA

$i = 0,1mA + 1,7mA$, QUINDI POSSIAMO RICAVARCI R_1 :

$10V - V_{Z_1} = R_1 \cdot i \Rightarrow R_1 = \frac{10V - 5,6V}{1,8mA} \cong 2.4K\Omega$

C1 Del circuito in figura determinare la funzione di trasferimento e tracciarne i diagrammi di Bode. Si supponga l' OPAMP ideale e in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.



R_1 =2.7KΩ
R_2=33KΩ
C_1 =1 nF
C_2= 10 nF
L_+= -L_-=15V

$C // R = \frac{\frac{1}{sC} R}{\frac{1}{sC} + R} = \frac{R}{1 + sRC}$

$H(s) = -\frac{Z_2}{Z_1} = -\frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1 + sR_1C_1}{1 + sR_2C_2}$

C2 Sia ora SR= 1 V/µs e si applichi all' ingresso del circuito un segnale $v_{IN}=V_M \sin(\omega_0 t)$ con ω_0=1MRAD/s. Trovare il valore massimo di V_M che garantisca il funzionamento non in saturazione dell' OPAMP. Esplicitare i passaggi.

$SR = \left| \frac{dV_{OUT}}{dt} \right|_{MAX}$; CASO DI SEGNALI SINUSOIDALI RISULTA $SR = W_0 V_{OUT_{MAX}} \cdot \cos(w_0 t)$

QUINDI :

$SR = 1M \frac{RAD}{s} V_{OUT_{MAX}} \cdot \cos(w_0 t) \Rightarrow 1 \frac{V}{\mu s} = 1M \frac{RAD}{s} \frac{1}{10} V_M \cdot 1 \Rightarrow V_M = 10V$

$V_{OUT_{MAX}} = |H(jw) V_{IN}| = \frac{1}{10} V_M$; NB: $\cos(w_0 t) = 1$ PERCHÈ VOGLIO IL VALORE MAX DI V_M.

PER W MOLTO GRANDI => $H(jw) \to \frac{1}{10}$;

Elettronica T -Modulo 2 19-2-2014		A	B	C1	C2	Totale
		/7	/8	/8	/9	

cognome	matricola
nome	firma

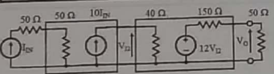
A Sia dato uno stadio rettificatore a semionda. La tensione in ingresso (sinusoide, 50Hz) Può variare in ampiezza da 10 V_{PP} a 14 V_{PP}. Il carico è di tipo resistivo e sempre compreso fra 500Ω e 1500Ω. La capacità di livellamento è di 10.000 μF. Calcolare il valore massimo del ripple. Esplicitare i calcoli trascurando la caduta sul diodo.

CONSIDERAZIONI :
- MAGGIORE SARA' L'AMPIEZZA DELLA SINUSOIDE, MAGGIORE SARA' V_R → RIP
- MINORE E' IL CARICO, MAGGIORE SARA' V_R

QUINDI, PONENDO $V_P = 7V$, $f = 50Hz$, $C = 0,01F$ e $R = 500\Omega$ AVREMO IL VALORE MASSIMO DI RIPPLE:

$$V_{R_{MAX}} = \frac{V_P}{f \cdot C \cdot R} = \frac{7V}{50Hz \cdot 0,01F \cdot 500\Omega} = 28\,mV$$

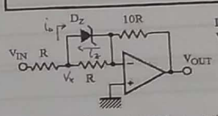
B Si consideri il circuito in figura. Si calcoli il valore della transimpedenza dV_O/dI_{IN}. Esplicitare i passaggi



$$V_0 = \underbrace{12\,V_{I2} \cdot \frac{50\Omega}{50\Omega + 150\Omega}}_{\text{PARTITORE DI TENSIONE}} = 12 \cdot \cancel{400}^{\,2}\Omega\, I_{IN} \cdot \frac{\cancel{50}\Omega}{\cancel{200}\Omega} \Rightarrow \frac{dV_0}{dI_{IN}} = 1200\Omega$$

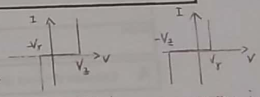
$$V_{I2} = \underbrace{40\Omega \cdot 10\,I_{IN}}_{\text{LEGGE DI OHM}}$$

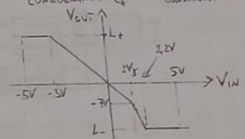
C1 Del circuito in figura determinare la caratteristica statica V_{OUT}-V_{IN} per $V_{IN} \in [-5V,5V]$. Esplicitare i passaggi.



$L_+ = -L_- = 15V$
$V_Z = 3.9V$, $V_\gamma = 0.7V$

CARATTERISTICA DIODO →



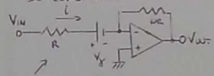


- SE CONSIDERIAMO D_Z IN SCARICA INVERSA ABBIAMO CHE:

$0 - V_x = V_Z$; $\frac{V_{IN}}{2} = V_x$ ← UN'ATTIMO PRIMA CHE ENTRI IN FUNZIONE

$V_{IN} = -7,8V$

- SE IL DIODO E' OFF ⇒ $V_{OUT} = -\frac{10R}{R+R} V_{IN} = -5V_{IN}$
- SE CONSIDERIAMO D_Z IN DIRETTA, ABBIAMO



CIRCUITO EQUIVALENTE

$$\begin{cases} V_{IN} - Ri - V_\gamma = 0 \\ 0 - V_{OUT} = 10R \cdot i \end{cases} \Rightarrow$$

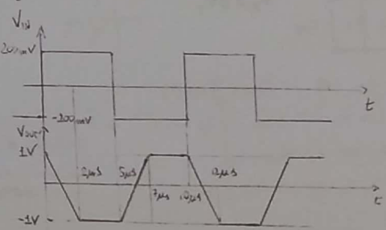
$V_{OUT} = -10V_{IN} + 7V$

→ QUESTO ACCADE QUANDO: $V_x = 0,7V = V_\gamma$ QUINDI, UN'ATTIMO PRIMA AVREMO CHE $V_{IN} = 2V_x = 1,4V$

C2 Si assuma ora SR=1MV/s. Tracciare l' andamento della tensione di uscita in funzione del tempo quando all' ingresso viene applicata un' onda quadra di ampiezza 400 mV_{PP}, valor medio nullo e frequenza 100KHz. Esplicitare i passaggi.

$V_{IN} = [-200\,mV, 200\,mV] \Rightarrow D_Z$ OFF e $V_{OUT} = -5V_{IN} \begin{cases} +1V \\ -1V \end{cases}$

PERIODO → $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{100\,kHz} = 10\mu s$; SR → PENDENZA, QUINDI: $1MV : 1s = 1V : x \Rightarrow x = 1\mu s$ ↓ SI ALZA DI 1μs OGNI 1V

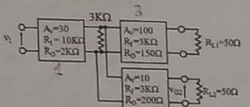


Elettronica T -Modulo 2
17-6-2014

A	B	C1	C2	Totale
/8	/8	/8	/8	

cognome	matricola
nome	firma

A Calcolare il valore del guadagno dv_{O2}/dv_I. Esplicitare i passaggi.



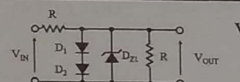
$$\frac{dV_{O2}}{dV_I} = \frac{dV_{I1}}{dV_I} \cdot \frac{dV_{O1}}{dV_{I1}} \cdot \frac{dV_{I2}}{dV_{O1}} \cdot \frac{dV_{O2}}{dV_{I2}} = 10 \cdot 2 = 20$$

$$\frac{dV_{O1}}{dV_{I1}} = A_{V_1} \frac{3K\Omega // R_{I3} // R_{I2}}{3K\Omega // R_{I3} // R_{I2} + 2K\Omega} = 30 \cdot \frac{1K\Omega}{3K\Omega} = 10$$

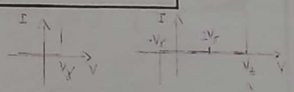
$$\frac{dV_{O2}}{dV_{I2}} = A_{V_2} \frac{R_{L2}}{R_{L2} + R_{O2}} = 10 \cdot \frac{50\Omega}{250\Omega} = 2$$

NB: $3K\Omega // R_{I3} // R_{I2} = \frac{R_{eq1} \cdot R_{I2}}{R_{eq1} + R_{I2}}$ CON $R_{eq} = 3K\Omega // R_{I3} = 1,5K\Omega$

B Si consideri il circuito in figura. Si tracci la caratteristica ingresso-uscita. Esplicitare i passaggi



$V_Z > 2V_\gamma$

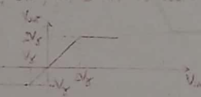


$0 < V_{IN} \leq 2V_\gamma \Rightarrow D_1, D_2, D_{Z1}$ OFF $\Rightarrow V_{OUT} = \frac{R}{R} V_{IN} = V_{IN}$

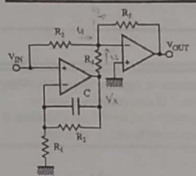
$V_{IN} > 2V_\gamma \Rightarrow D_1, D_2$ ON D_{Z1} OFF $\Rightarrow V_{OUT} = 2V_\gamma$ — NB $\rightarrow$ D_1 e D_2 BLOCCANO LA TENSIONE A $2V_\gamma$, QUINDI D_{Z1} NON SARÀ MAI ON IN INVERSA

$-V_\gamma < V_{IN} < 0 \Rightarrow D_1, D_2, D_{Z1}$ OFF $\Rightarrow V_{OUT} = V_{IN}$

$V_{IN} \leq -V_\gamma \Rightarrow D_{Z1}$ ON, D_1, D_2 OFF $\Rightarrow V_{OUT} = -V_\gamma$



C1 Del circuito in figura determinare la funzione di trasferimento nell' ipotesi che gli opamp siano ideali ed in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.



$R_1 = R_3 = 10\ K\Omega$, $R_2 = 150\ K\Omega$, $R_4 = 20\ K\Omega$
$R_5 = 50\ K\Omega$, $C = 100\ pF$, $L_+ = -L_- = 15V$

$C // R_2 = \frac{R_2}{1 + sCR_2}$, $V_x = \left(1 + \frac{C//R_2}{R_1}\right) V_{IN} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \frac{1}{1+sCR_2}\right) V_{IN}$

$i_1 + i_2 = i_3 \Rightarrow \frac{V_{IN} - 0}{R_3} + \frac{V_x - 0}{R_4} = \frac{0 - V_{OUT}}{R_5} \Rightarrow$

$\frac{V_{IN}}{R_3} + \frac{1}{R_4}\left(1 + \frac{R_2}{R_1} \frac{1}{1+sCR_2}\right) V_{IN} = -\frac{V_{OUT}}{R_5} \Rightarrow$

$H(s) = -\left(\frac{R_5}{R_3} + \frac{R_5}{R_4} + \frac{R_5 R_2}{R_4 R_1} \frac{1}{1+sCR_2}\right) = -\left(R_5 \frac{R_3 + R_4}{R_3 R_4} + \frac{R_5 R_2}{R_4 R_1} \frac{1}{1+sCR_2}\right) =$

$= -\left(\alpha + \beta \frac{1}{1+sCR_2}\right) = -\frac{\alpha + \alpha sCR_2 + \beta}{1+sCR_2} = -(\alpha+\beta) \frac{1 + \frac{\alpha}{\alpha+\beta} sCR_2}{1+sCR_2}$

CON $\alpha = R_5 \frac{R_3 + R_4}{R_3 R_4} = 7,5\ K\Omega$ e $\beta = \frac{R_5 \cdot R_2}{R_4 R_1} = 37,5$

C2 Si traccino i diagrammi di Bode (ampiezza e fase) indicando esplicitamente la posizione degli asintoti e di eventuali poli e zeri. Esplicitare i passaggi.

POLI: $\omega_p = \frac{1}{CR_2} = \frac{1}{100 \cdot 10^{-12} \cdot 150 \cdot 10^3} \cong 66,6\ K \frac{RAD}{s}$

ZERI: $\omega_z = \frac{1}{\frac{\alpha}{\alpha+\beta} CR_2} = 66,666\ K \cdot \frac{45}{7,5} \frac{RAD}{s} \cong 400\ K \frac{RAD}{s}$

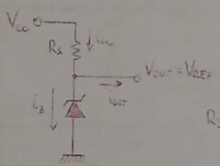
$\omega \to 0 \Rightarrow H_{dB} = 20 \log_{10}(\alpha+\beta) \cong 33dB$, $\omega \to \infty \Rightarrow H_{dB} \cong 33dB + 20 \log_{10} \frac{\alpha}{\alpha+\beta} =$
$\cong 33dB - 15,6 \cong 17,5dB$

Elettronica T -Modulo 2 15-1-2013

A	B	C1	C2	Totale
/8	/8	/8	/9	

cognome	matricola
nome	firma

A Sia dato un riferimento di tensione a Zener con uscita V_{REF}=4.7 V. Qual è il valore limite della res. di polarizzazione se il diodo richiede una corrente minima in scarica di 100 μA, la massima corrente di carico è 8 mA e la tensione di alimentazione è V_{CC}= 12…15V ? Esplicitare i passaggi.



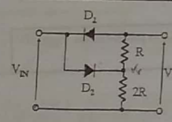
R_s DEVE GARANTIRE CHE PER OGNI VALORE POSSIBILE DEI PARAMETRI IN GIOCO, i_z NON SCENDA AL DI SOTTO DI UN VALORE MINIMO

↓

BISOGNA GARANTIRE IL FUNZIONAMENTO DEL DIODO ZENER

$$R_{S_{lim}} = \frac{V_{cc_{min}} - V_{REF}}{i_{OUT_{MAX}} + i_{z_{MIN}}} = \frac{12V - 4{,}7V}{8mA + 0{,}1mA} \simeq 0{,}9k\Omega$$

B Si tracci la caratteristica statica V_{OUT}-V_{IN} del circuito in figura per $V_{IN}\in$[-5V..5V] Esplicitare i passaggi



SE $V_{IN} > 0$ D_1 E' SEMPRE OFF

D_2 E' ON QUANDO $V_{IN} - V_\gamma > 0$

SE D_1 OFF, D_2 OFF => $V_{OUT} = 0$

SE D_1 OFF, D_2 ON

⇓

NON SCORRE CORRENTE SU R

⇓

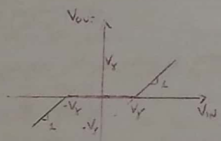
$V_X = V_{IN} - V_\gamma = V_{OUT}$

SE $V_{IN} < 0$ D_2 E' SEMPRE OFF

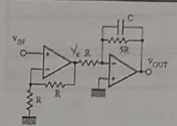
D_1 E' ON QUANDO $V_{IN} + V_\gamma > 0$

SE D_1 OFF, D_2 OFF => $V_{OUT} = 0$

SE D_1 ON, D_2 OFF => $V_{OUT} = V_{IN} + V_\gamma$



C1 Del circuito in figura determinare la funzione di trasferimento e se ne traccino i diagrammi di Bode. Si suppongano gli OPAMP in alto guadagno.Esplicitare i passaggi.



L_+= -L_-=10V
SR=1V/μs
R=10KΩ
C=1nF

$V_X = \left(1+\frac{R}{R}\right)V_{IN} = 2V_{IN}$; $C//5R = \frac{5R}{1+sC5R}$;

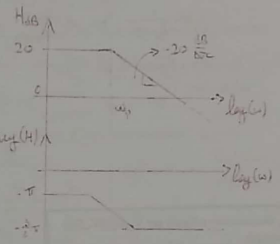
$V_{OUT} = -\frac{C//5R}{R}V_X = -\frac{5}{1+sC5R}\cdot 2V_{IN}$ =>

$$\boxed{H(s) = -10\cdot\frac{1}{1+sC5R}}$$

POLI: $\omega_p = \frac{1}{C5R} = \frac{1}{10^{-9}\cdot 5\cdot 10\cdot 10^3} = 20k\frac{RAD}{s}$

$\omega \to 0$ => $H_{dB} = 20\log_{10}10 = 20dB$

$\omega \to \infty$ => $H_{dB} = 20dB + 20\log_{10}0 = -\infty$



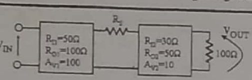
C2 Si calcoli il valore massimo di V_M del segnale $V_{IN}(t)=V_M\sin(\omega_0 t)$ applicato all' ingresso che garantisce il funzionamento non in limitazione degli OPAMP. Sia ω_0=2 MRAD/s. Esplicitare i passaggi..

Elettronica T -Modulo 2
29-1-2013

A	B	C1	C2	Totale
/8	/8	/8	/9	

cognome	matricola
nome	firma

A Dimensionare R_S in modo che il guadagno dv_{OUT}/dv_{IN} sia pari a 100 Esplicitare i passaggi.



$$\frac{dV_{OUT}}{dV_{IN}} = 100 = \frac{dV_{I1}}{dV_{IN}} \cdot \frac{dV_{O1}}{dV_{I1}} \cdot \frac{dV_{I2}}{dV_{O1}} \cdot \frac{dV_{OUT}}{dV_{I2}} =$$

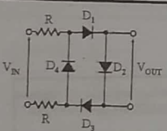
$$\frac{dV_{I1}}{dV_{IN}} = 1 \quad ; \quad \frac{dV_{O1}}{dV_{I1}} = A_{V1} \cdot \frac{R_S + R_{I2}}{R_S + R_{I2} + R_{O1}} ;$$

$$\frac{dV_{I2}}{dV_{O1}} = \frac{R_{I2}}{R_{I2}+R_S} \quad , \quad \frac{dV_{OUT}}{dV_{I2}} = A_{V2} \cdot \frac{100\Omega}{100\Omega + R_{O2}}$$

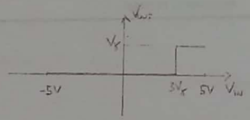
$$= 100 \cdot \frac{1}{R_S+130\Omega} \cdot 30\Omega \cdot 10 \cdot \frac{100\Omega}{150\Omega} \Rightarrow$$

$$R_S + 130\Omega = 200\Omega \Rightarrow R_S = 70\Omega$$

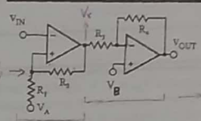
B Si tracci la caratteristica statica V_{OUT}-V_{IN} del circuito in figura per $V_{IN} \in [-5V..5V]$
Sia $R=10K\Omega$ e $V_\gamma=0.7V$. Esplicitare i passaggi



D_1, D_2, D_3 SONO ON SE $V_{IN} \geq 3V_\gamma$
QUINDI SE $-5V \leq V_{IN} < 3V_\gamma \Rightarrow V_{OUT} = 0$
SE D_1, D_2, D_3 SONO ON ALLORA $V_{OUT} = V_\gamma$



C1 Del circuito in figura dimensionare la tensione V_B e il rapporto $G=R_4/R_3$ in modo che la tensione in uscita V_{OUT} vari fra 0V e 5V. Esplicitare i passaggi.



$L_+ = -L_- = 15V$

MULTIVIBRATORE $\Rightarrow$
2 STATI POSSIBILI: $V_x = \pm L_+$

$\rightarrow$ SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI

$$\begin{cases} V'_{OUT} = -\frac{R_4}{R_3} V_x \; ; \; V''_{OUT} = \left(1+\frac{R_4}{R_3}\right) V_B \\ V_{OUT} = V'_{OUT} + V''_{OUT} = -GV_x + (1+G) V_B \end{cases}$$

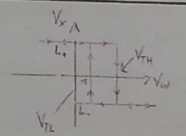
SI HA IL VALORE MINIMO DI V_{OUT} QUANDO $V_x = 15V$, $\rightarrow$ QUINDI PONGO $V_{OUT} = 0V$
SI HA IL VALORE MASSIMO DI V_{OUT} QUANDO $V_x = -15V$; $\rightarrow$ QUINDI PONGO $V_{OUT} = 5V$

$$\begin{cases} 0V = -G(15V) + (1+G) V_B \\ 5V = -G(-15V) + (1+G) V_B \end{cases}$$

$$-5V = -30V \cdot G \Rightarrow G = \frac{1}{6} \Rightarrow$$

$$V_B = +\frac{1}{6} 15V \cdot \frac{1}{1+\frac{1}{6}} = \frac{15}{7} V \cong 2,14V$$

C2 Dimensionare ora la tensione V_A e il parametro $\beta=R_1/(R_1+R_2)$ in modo che sia $V_{TL}=1.5V$ e $V_{TH}=3.5V$. Esplicitare i passaggi..



$$\frac{V_x - V_A}{R_1+R_2} = \frac{V_y - V_A}{R_1} \Rightarrow V_y = V_A + (V_x - V_A)\frac{R_1}{R_1+R_2} =$$

$$= V_A + (V_x - V_A)\beta$$

L'USCITA SCATTA QUANDO $V_y = V_{TL}$ OPPURE $V_y = V_{TH}$
$\Downarrow$ $V_x = -15$ $\qquad$ $\Downarrow$ $V_x = 15$

$$\begin{cases} 1,5V = V_A + (-15V - V_A)\beta \\ 3,5V = V_A + (15V - V_A)\beta \end{cases}$$

$$2V = 15V\beta - \cancel{V_A\beta} + 15V\beta + \cancel{V_A\beta} \Rightarrow \beta = \frac{1}{15}$$

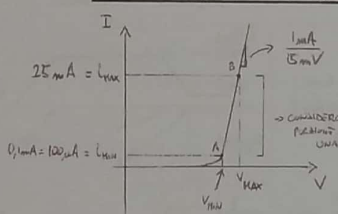
$$1,5V = V_A - 15V\frac{1}{15} - V_A\frac{1}{15} \Rightarrow V_A = 2,5V \cdot \frac{15}{14} \cong 2,68V$$

Elettronica T -Modulo 2
26-6-2013

A	B	C1	C2	Totale
/8	/7	/10	/8	

cognome	matricola
nome	firma

A Sia dato un riferimento di tensione a Zener con uscita V_{REF}=9.6 V @ I_Z=1mA. Il diodo richiede una corrente minima in scarica di 100 µA e può sostenere una corrente massima pari a 25mA. Noto che dV_Z/dI_Z=15mV/mA, calcolare il range di variabilità di V_Z. Esplicitare i passaggi.



RANGE DI VARIABILITÀ DI V_Z → $V_{MAX} - V_{MIN}$

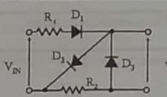
TROVO IL RANGE CON L'EQUAZIONE DELLA RETTA PASSANTE PER I PUNTI A, B:

$$m = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{15}\frac{mA}{mV} = \frac{i_{MAX} - i_{MIN}}{V_{MAX} - V_{MIN}} \Rightarrow$$

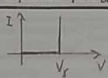
$$V_{MAX} - V_{MIN} = 15\frac{mV}{mA} \cdot 24{,}9\,mA = 373{,}5\,mV$$

B Si tracci l' andamento della tensione di uscita dal circuito in figura quando in ingresso è applicato un segnale triangolare di ampiezza $4V_{pp}$. Esplicitare i passaggi



V_γ=0.7V

CARATTERISTICA DEI DIODI

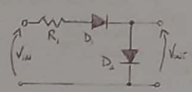


← PREMESSA!!

SE D_1 È OFF V_{IN} NON È PIÙ IN RELAZIONE CON V_{OUT} QUINDI $V_{OUT} = 0$. QUESTO CAPITA PER $V_{IN} < V_\gamma$.

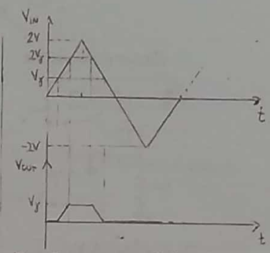
NB: LA RESISTENZA R_1 NON CAUSA PERDITA DI POTENZIALE PERCHÉ LAVORIAMO A CORRENTI BASSE.

PER $V_{IN} > 0$ IL D_3 È OFF, QUINDI:



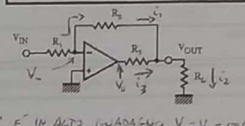
a) QUANDO $V_\gamma \le V_{IN} < 2V_\gamma$
D_1 È ON E D_2 OFF
CON $V_{OUT} = V_{IN} - V_\gamma$ → D_1

b) PER $V_{IN} \ge 2V_\gamma$
D_1 ON, D_2 ON
FISSA $V_{OUT} = V_\gamma$

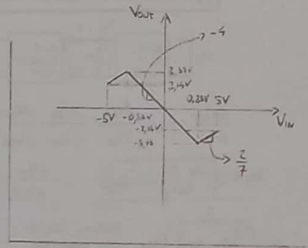


NB: QUESTO RISULTATO È PLAUSIBILE SOLO SE ABBIAMO UN CARICO SU V_{OUT}!!

C1 Del circuito in figura determinare la relazione ingresso-uscita per $V_{IN} \in [-5V..+5V]$. Esplicitare i passaggi.



$L_+ = -L_- = 10V$
$R_1 = 15K\Omega$
$R_2 = R_3 = R_L = 60K\Omega$



- SE L'OPAMP È IN ALTO GUADAGNO $V_- = V_+ = 0V$

$V_{IN} = R_1 i_1 \Rightarrow i_1 = \frac{V_{IN}}{R_1}$; $-V_{OUT} = R_2 i_1$

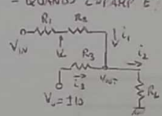
$V_{OUT} = -V_{IN}\frac{R_2}{R_1} = -4V_{IN}$

QUESTO È GARANTITO PER $V_0 = [-10, 10]V$, QUINDI

$i_1 + i_3 = i_2 \Rightarrow -\frac{V_{OUT}}{R_2} + \frac{V_0 - V_{OUT}}{R_3} = \frac{V_{OUT}}{R_L} \Rightarrow$

$V_{OUT} = \frac{V_0}{3} = \left\langle \begin{matrix} \text{DA } -3{,}33V \\ \text{A } +3{,}33V \end{matrix} \right.$ $V_{IN} = -\frac{V_{OUT}}{4} = \left\langle \begin{matrix} \text{DA } -0{,}83V \\ \text{A } 0{,}83V \end{matrix} \right.$

- QUANDO L'OPAMP È IN SATURAZIONE $V_- = -V_0$



$i_1 + i_3 = i_2 \Rightarrow \frac{V_{IN} - V_{OUT}}{R_1 + R_2} + \frac{V_0 - V_{OUT}}{R_3} = \frac{V_{OUT}}{R_L} \Rightarrow V_{OUT}\left(\frac{1}{75} + \frac{2}{60}\right) = \frac{V_{IN}}{75} + \frac{V_0}{60} \Rightarrow$

$V_{OUT} = \frac{5}{14}V_0 + \frac{2}{7}V_{IN} = \pm 3{,}57V + \frac{2}{7}V_{IN}$

SE $V_{IN} = \pm 5V \Rightarrow V_{OUT} = \mp 2{,}14V$

C2 Sia ora R_L variabile. Determinare il valore minimo di R_L affinchè in ogni situazione La corrente in uscita dall' OPAMP sia inferiore, in modulo, a 10mA. Esplicitare i passaggi..

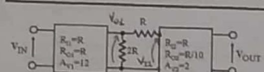
?

Elettronica T -Modulo 2
19-7-2013

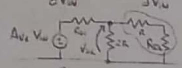
A	B	C1	C2	Totale
/7	/8	/10	/8	

cognome	matricola
nome	firma

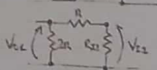
A Determinare il guadagno dell' amplificatore multistadio di figura. Esplicitare i passaggi



$$\frac{dV_{OUT}}{dV_{IN}} = A_V = \frac{dV_{O1}}{dV_{IN}} \cdot \frac{dV_{I2}}{dV_{O1}} \cdot \frac{dV_{OUT}}{dV_{I2}} = 6 \cdot \frac{1}{\cancel{2}} \cdot \cancel{2} = 6$$



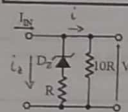
$$\frac{dV_{o1}}{dV_{IN}} = A_{V1} \cdot \frac{R_{o1}}{R_{o1} + (2R/(R+R_{i2}))} = 12\ \frac{R}{R+R} = 6$$



ESSENDO $R_{I2}=R$
PER SIMMETRIA
ABBIAMO CHE: $V_{o1} = 2V_{I2} \Rightarrow \frac{dV_{I2}}{dV_{o1}} = \frac{1}{2}$

NON ESSENDOCI CARICO ABBIAMO CHE $V_{OUT} = A_{V2} \cdot V_{I2} \Rightarrow \frac{dV_{OUT}}{dV_{I2}} = 2$

B Determinare la tensione V_{OUT}. Esplicitare i passaggi.



$V_Z=5.6V$
$V_\gamma=0.7V$
$R=1K\Omega$
$I_{IN}=1mA$

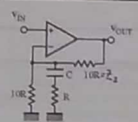
$$\begin{cases} I_{IN} = i_z + i \\ R \cdot i_z + V_{D_z} = 10R \cdot i \end{cases} \longrightarrow R i_z + V_{D_z} = 10R\,(I_{IN} - i_z) = 10R\, I_{IN} - 10R\, i_z$$

$$i_z = \frac{10R\, I_{IN} - V_{D_z}}{11R} = \frac{10V - 5{,}6V}{11k\Omega} = 0{,}4\,mA$$

QUINDI $i = 0{,}6\,mA$

$V_{OUT} = 10R \cdot i = 10k\Omega \cdot 0{,}5\,mA = 6V$

C1 Del circuito in figura determinare la funzione di trasferimento e tracciare i diagrammi di Bode (ampiezza e fase) indicando la posizione di eventuali poli e zeri. Si supponga l' OPAMP in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.



$L_+ = -L_- = 10V$
$R = 10K\Omega$
$C = 10nF$
$A_V B = 1MHz$

$$R+C = R + \frac{1}{sC} = \frac{1+sRC}{sC}$$

$$Z_1 = 10R//(R+C) = \frac{10R \cdot (1+sRC)}{\left(10R + \frac{1+sRC}{sC}\right) sC} = \frac{10R\,(1+sRC)}{1+11sRC}$$

$$H(s) = \left(1 + \frac{Z_2}{Z_1}\right) = 1 + \cancel{10R} \cdot \frac{1+11sRC}{\cancel{10R}(1+sRC)} = 2\ \frac{1+6sRC}{1+sRC}\ ;\ s = j\omega$$

POLI: $1+sRC=0 \Rightarrow \omega_p = \frac{1}{RC} = 10^4\ \frac{RAD}{s} = 10k\ \frac{RAD}{s}$

ZERI: $1+6sRC=0 \Rightarrow \omega_z = \frac{1}{6RC} = 1{,}66\,k\ \frac{RAD}{s}$

$$|H(j\omega)|_{dB} = 20 \log_{10} |H(j\omega)| \cong 6dB + 20\log_{10} \left| \frac{1+6sRC}{1+sRC} \right|$$

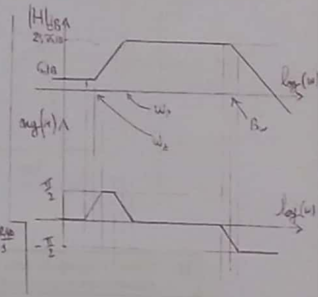
$\omega \to +\infty \Rightarrow |H|_{dB} = 6dB + 20 \log_{10} 6 \cong 21{,}56\ dB$

$\omega \to 0 \Rightarrow \arg(H) = 0$

ESSENDO $A_V B = 1MHz$ E COSTANTE, AD UN CERTO ISTANTE LA BANDA DIMINUIRA' (PER TENERE $A_V B =$ COST.)
QUINDI

$$A_V\ B = A_{\omega_0}\ B_\omega \Rightarrow B_\omega = \frac{A_V\ B}{A_{\omega_0}} = \frac{10^6\, 2\pi}{12} = 523\,k\ \frac{RAD}{s}$$

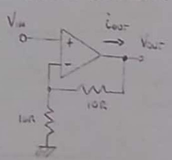
$|H_{dB}| = 21{,}56\,dB \Rightarrow H(j\omega) = A_{\omega_0} = 12$, UB $\omega = 2\pi f$



C2 Determinare la massima potenza erogata dall'OPAMP in condizioni statiche per $V_{IN} \in [-5V..5V]$. Esplicitare i passaggi.

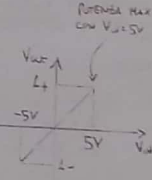
CONDIZIONI STATICHE $\Rightarrow$ IL CONDENSATORE SI COMPORTA COME UN CIRCUITO APERTO

CIRCUITO EQUIVALENTE



$$V_{OUT} = \left(1 + \frac{10R}{10R}\right) V_{IN} = 2V_{IN}$$

POTENZA MAX CON $V_{IN} = 5V$



$$P_{O_{MAX}} = V_{OUT} \cdot i_{OUT} = 2V_{IN}\ \frac{V_{IN}}{10R} = \underline{0{,}5\ mW}$$

$V_{OUT} - V_{IN} = 10R\, i_{OUT} \Rightarrow$

$$i_{OUT} = \frac{V_{IN}}{10R}$$

Elettronica T -Modulo 2 20-9-2013				
A	B	C1	C2	Totale
/7	/8	/10	/8	

cognome	matricola
nome	firma

A Sia dato un amplificatore caratterizzato dalla seguente relazione ingresso-uscita:

$$v_{OUT} = a \cdot v_{in}^3 + b \cdot v_{in} + 6V$$

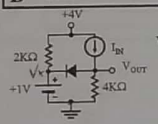
Si calcolino i parametri *a* e *b* in modo che per $v_{in} = 3V$ sia $A_v=0$ e $v_{OUT}=0V$.
Esplicitare i passaggi ed indicare le dimensioni dei parametri

$\begin{cases} A_v = 3a \cdot V_{in}^2 + b \longrightarrow \text{perché } A_v = \frac{dV_{out}}{dV_{in}} \\ V_{out} = a V_{in}^3 + b V_{in} + 6V \end{cases}$

$\begin{cases} 0 = 3a\,9V^2 + b \Rightarrow b = -27a\,V^2 \\ 0 = a\,27V^3 + b\,3V + 6V \Rightarrow 0 = a \cdot 27V^3 + (-27a\,V^2) \cdot 3V + 6V \Rightarrow a = \frac{-2}{-18V^2} = \frac{1}{9}V^{-2} \end{cases}$

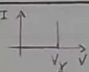
$\begin{cases} a = \frac{1}{9}V^{-2} \\ b = -27\frac{1}{9}V^{-2}V^2 = -3 \end{cases}$

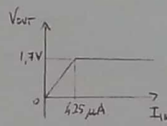
B Determinare la relazione I_{IN}-V_{OUT}. Esplicitare i passaggi.



V_γ=0.7V

CARATTERISTICA DEL DIODO:





- QUANDO IL DIODO E' OFF ABBIAMO CHE:

$V_{OUT} = 4k\Omega \cdot I_{IN}$,

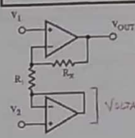
QUESTO ACCADE FINO A QUANDO

$V_{OUT} - V_x = V_{OUT} - 1V < V_\gamma \Rightarrow V_{OUT} < 1{,}7V$ e $I_{IN} = \frac{1{,}7V}{4k\Omega} = 0{,}425\,mA = 425\,\mu A$

- QUANDO IL DIODO E' ON $V_{OUT} = 1{,}7V$ PER OGNI I_{IN}

IL DIODO BLOCCA LA TENSIONE DI V_{OUT} A $1V + 0{,}7V$

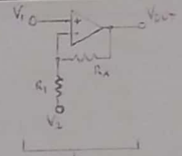
C1 Del circuito in figura determinare la relazione ingressi-uscita.
Si suppongano gli OPAMP in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.



$L_+ = -L_- = 15V$
$R_1 = 10K\Omega$

VOLTAGE FOLLOWER

CIRCUITO EQUIVALENTE



V_1 SPENTO $\Rightarrow V'_{OUT} = -\frac{R_x}{R_1}V_2$

V_2 SPENTO $\Rightarrow V''_{OUT} = \left(1 + \frac{R_x}{R_1}\right)V_1$

$V_{OUT} = V'_{OUT} + V''_{OUT} = -\frac{R_x}{R_1}V_2 + \left(1 + \frac{R_x}{R_1}\right)V_1$

RISOLVO CON SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI

C2 Sapendo che gli ingresso possono variare nel range [0V .. 5V], dimensionare il resistore R_X al valore massimo che garantisca il funzionamento in alto guadagno degli OPAMP per ogni valore degli ingressi. Esplicitare i passaggi.

CASO 1: QUANDO V_1 SPENTO $\Rightarrow L_- = -\frac{R_x}{R_1}V_{2max} \Rightarrow R_x = 15V \cdot \frac{1}{5V} \cdot 10k\Omega = 30k\Omega$

CASO 2: QUANDO V_2 SPENTO $\Rightarrow L_+ = \left(1 + \frac{R_x}{R_1}\right)V_{1max} \Rightarrow R_x = \left(\frac{15V}{5V} - 1\right)10k\Omega = 20k\Omega$

QUINDI, CON $R_x = 20k\Omega$ SI GARANTISCE IL FUNZIONAMENTO IN ALTO GUADAGNO DEGLI OPAMP!

NB1: CON $R_x = 30k\Omega$, NEL "CASO 2" SI AVREBBE SATURAZIONE A $V_{IN} = \frac{15}{4} = 3{,}75$

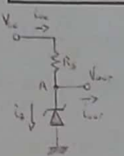
NB2: SIAMO IN ZONA LINEARE, PER CUI E' POSSIBILE APPLICARE LA SOVRAPP. DEGLI EFF. PRENDENDO L'R_x CHE SODDISFA ENTRAMBI I CASI (QUELLO MINORE)

Elettronica T -Modulo 2
24-1-2012

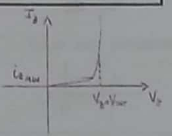
A	B	C1	C2	Totale
/7	/6	/12	/8	

cognome	matricola
nome	firma

A Sia dato un riferimento di tensione a Zener con uscita V_{REF}=5.6 V. Qual è il massimo valore della resistenza di polarizzazione se il diodo richiede una corrente minima in scarica di 100 µA, il carico può assorbire una corrente massima di 12 mA ed il circuito è alimentato a 9V ?
Qual è la massima potenza dissipata sul diodo Zener?



$V_{REF} = 5.6V = V_{OUT}$
$i_{z_{MIN}} = 100\mu A = 0,1 mA$
$i_{OUT_{MAX}} = 12mA$
$V_{CC} = 9V$



PER TROVARE $R_{S_{MAX}}$ UTILIZZIAMO L'EQUAZIONE DELLE CORRENTI SUL NODO A:

$i_{cc} = i_{OUT} + i_z \Rightarrow R_s = \frac{V_{cc} - V_{OUT}}{i_{OUT} + i_z}$

IL MASSIMO VALORE LO ABBIAMO QUANDO

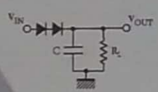
$R_{S_{MAX}} = (V_{cc_{MIN}} - V_{OUT_{MAX}})/(i_{OUT_{MAX}} + i_{z_{MIN}}) \cong 281 \Omega$

LA POTENZA DISSIPATA SUL DIODO SARÀ MASSIMA QUANDO

$i_{cc} = i_z \Rightarrow i_{OUT} = 0$ e $i_{z_{MAX}} = 12,1 mA$

$P_D = i_{z_{MAX}} \cdot V_{OUT_{MAX}} = 12,1 mA \cdot 5,6V \cong 68 mW$

B Si consideri il circuito in figura. Si calcoli il valore minimo di C in modo che il ripple sovrapposto a v_{OUT} sia inferiore o uguale a 200 mV.



$V_\gamma = 0V$
$2.7 K\Omega \leq R_L \leq 10 K\Omega$
$v_{IN} = 10V\sin(2\pi 50t)$

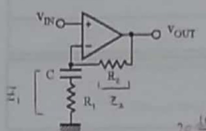
$V_R = \frac{V_P}{f C R} \leq 200 mV$

$\begin{cases} \text{SE } R \uparrow \Rightarrow V_R \downarrow \\ \text{SE } R \downarrow \Rightarrow V_R \uparrow \end{cases} \Rightarrow$ PONGO $R = R_{L_{MIN}}$

$C \geq \frac{V_P}{f \, \underbrace{200 mV}_{V_R} \, R_{L_{MIN}}} = \frac{10V}{50 Hz \; 200 mV \; 2,7 k\Omega} = 370 \mu F$

$V_p = \max(V_{IN}) - 2V_\gamma = 10V$

C1 Del circuito in figura determinare la funzione di trasferimento e tracciare i diagrammi di Bode (ampiezza e fase) indicando la posizione di poli, zeri ed asintoti.
Si consideri l' OPAMP ideale ed in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.



$R_1 = 1 K\Omega$
$R_2 = 27 K\Omega$
$C = 100 nF$
$L_+ = -L_- = 15V$

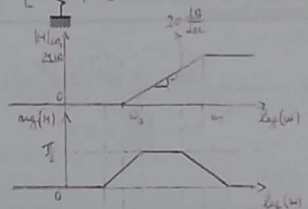
$Z_1 = R_1 + \frac{1}{sC} = \frac{1 + sR_1C}{sC}$

$V_{OUT} = \left(1 + \frac{Z_2}{Z_1}\right) V_{IN} \Rightarrow$

$H(s) = 1 + \frac{R_2}{1 + sR_1C} sC = \frac{1 + sC(R_1 + R_2)}{1 + sR_1C}$

ZERI: $1 + sC(R_1 + R_2) = 0 \Rightarrow$
$\omega_z = \frac{1}{C(R_1 + R_2)} \cong 357 \frac{rad}{s}$

POLI: $1 + sR_1C = 0 \Rightarrow \omega_p = \frac{1}{R_1C} = 10^4 \frac{rad}{s}$



$|H|_{dB} = 20 \log_{10} |H(j\omega)|$

$\omega = 0 \Rightarrow |H|_{dB} = 0 dB$

$\omega \to \infty \Rightarrow |H|_{dB} \to 20 \log_{10}\left(\frac{R_1 + R_2}{R_1}\right) \cong 29 dB$

$\omega = 0 \Rightarrow \arg(H) = 0$

C2 Sia ora v_{IN}= 1V + $V_M$sin(ωt). Si determini il valore massimo di V_M che garantisce Il funzionamento in alto guadagno dell' OPAMP a <u>qualsiasi frequenza</u>.
Esplicitare i passaggi.

$H(j\omega) = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \Rightarrow V_{OUT} = H(j\omega) V_{IN}$

FUNZIONAMENTO IN ALTO GUADAGNO ⇒ ZONA LINEARE ⇒ VALE LA SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI

1) $V'_{IN} = 1V \Rightarrow V'_{OUT} = 1V \cdot H(j\omega) = 1V \cdot 1 = 1V$

↳ V'_{IN} È COSTANTE ⇒ $\omega = 0$

2) $V''_{IN} = V_M \sin(\omega t) \Rightarrow V''_{OUT} = V_M \cdot H(j\omega) = V_M \, 28$

↳ $V''_{IN_{MAX}} = V_M$

* IN QUESTO CASO IL CASO LIMITE È $\omega \to \infty \Rightarrow$
$H(j\omega) \cong \frac{R_1 + R_2}{R_1} = 28$

$V_{OUT} = V'_{OUT} + V''_{OUT} = 1V + V_M 28$, IL VALORE MASSIMO DI V_M LO TROVIAMO QUANDO $V_{OUT} = L_+$

$L_+ = 1V + V_M 28 \Rightarrow V_M = \frac{14V}{28} = 0,5V$

Elettronica T -Modulo 2 17-2-2012		A	B	C1	C2	Totale
		/7	/8	/10	/8	

cognome	matricola
nome	firma

A Sia dato un amplificatore caratterizzato dalla seguente relazione ingresso-uscita:

$$v_{OUT} = a \cdot v_{in}^3 + b \cdot v_{in}^2 + 10V$$

Si calcolino i parametri a e b in modo che per $v_{in} = 2V$ sia $A_v=0$ e $v_{OUT}=2V$. Esplicitare i passaggi ed indicare le dimensioni dei parametri

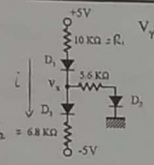
$A_V = \frac{dV_{out}}{dV_{in}} \Rightarrow \quad 3aV_{in}^2 + 2bV_{in} = 0 = A_v$

$\begin{cases} 2V = a \cdot (2V)^3 + b \cdot (2V)^2 + 10V \\ 0 = 3a(2V)^2 + 2b \cdot 2V \end{cases} \longrightarrow -8V = -\frac{b}{3V} 8V^2 + 4bV^2 = \frac{4}{3}V^2 b \Rightarrow$

$b = -\frac{3 \cdot 8V}{4V^2} = -6\ V^{-1}$

$a = \frac{-4b}{12V} = \frac{1}{V} \cdot \frac{1}{3V} \cdot 6 = 2\ V^{-2}$

B Si consideri il circuito in figura. Si calcoli il valore di V_X. Esplicitare i passaggi



V_γ=0.7V

SE $R_2 = R_1$ ALLORA $V_x = 0$ PER SIMMETRIA

MA $R_2 < R_1$ QUINDI $V_x < 0$

SE $V_x < 0$ ALLORA D_2 È SPENTO

PER ESSERE ACCESO $V_x - 0 \geq V_\gamma$

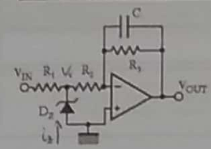
CONSIDERO D_1 ON, D_2 OFF, D_3 ON

$5V - 10K\Omega\, i - V_{D_1} - V_{D_2} - 6{,}8K\Omega \cdot i - (-5V) = 0$

$i = \frac{10V - 2V_\gamma}{16{,}3K\Omega} \cong 0{,}512\, mA$

$V_x = 5V - 10K\Omega \cdot i - V_{D_1} = 4{,}3V - 10K\Omega \cdot 0{,}512\,mA = -0{,}82V$

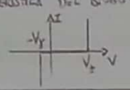
C1 Del circuito in figura determinare la funzione di trasferimento statica per $V_{IN} \in$ [-5V .. 5V]. Tracciarne l' andamento nel piano V_{OUT}-V_{IN}. Esplicitare i passaggi.



$R_1 = R_2 = 10\ K\Omega$
$R_3 = 82\ K\Omega$
$C = 100\ nF$
$L_+ = -L_- = 15V$
$V_Z = 3.9V,\ V_\gamma = 0.7V$

CONDIZIONI STATICHE ⇒ V_{in} = COST.
⇓
IL CONDENSATORE SI COMPORTA COME UN CIRCUITO APERTO

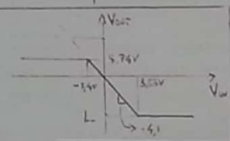
CARATTERISTICA DEL DIODO



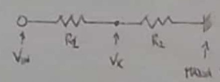
⇒ ① SE $-V_\gamma < V_x < V_z \Rightarrow V_{OUT} = -\frac{R_3}{R_1+R_2} V_{IN} \Rightarrow H(s) = -4{,}1$

② SE $V_x = V_z \Rightarrow V_{OUT} = \frac{-R_3}{R_2} V_z \cong -32V$ MA L'OPAMP SATURA PRIMA ($L_- = 15$)

③ SE $V_x = -V_\gamma \Rightarrow V_{OUT} = -\frac{R_3}{R_2}(-V_\gamma) = 5{,}74V$



$R_1 = R_2 \Rightarrow V_{IN} = 2V_x =$
$= -1{,}4V$



H(s) = 0

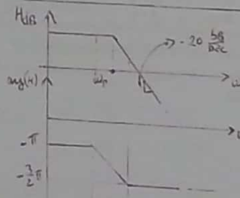
C2 Supponendo ora applicato all' ingresso un segnale di ampiezza massima 1V, Tracciare i diagrammi di Bode (ampiezza e fase) indicando la posizione degli eventuali zeri e poli. Esplicitare i passaggi.

→ NON SIAMO PIÙ IN CONDIZIONI STATICHE
+
CONSIDERO IL DIODO NEL CASO 1

$H(s) = -\frac{Z_{C/\!/R_3}}{Z_{R_1+R_2}} = -\frac{R_3}{R_1+R_2} \frac{1}{1+sCR_3}$; $s = j\omega$; $|H(j\omega)|_{dB} = 20\log_{10}|H(j\omega)| =$

$= \underbrace{20\log_{10}\left(\frac{R_3}{R_1+R_2}\right)}_{12{,}25\,dB} + 20\log_{10}\left(\frac{1}{|1+j\omega CR_3|}\right)$

$Z_{C/\!/R_3} = \frac{\frac{1}{sC} R_3}{\frac{1}{sC} + R_3} = \frac{R_3}{1+sCR_3}$



POLI: $\omega_P = \frac{1}{CR_3} = \frac{1}{100 \cdot 10^{-9}F \cdot 82 \cdot 10^3\Omega} = 121{,}95\ \frac{RAD}{s}$

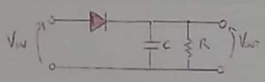
NB: IL "–" INDICA UN CONTRIBUTO DI "–π" NELL' arg{H(ω)}

Elettronica T -Modulo 2
19-9-2012

A	B	C1	C2	Totale
/8	/8	/8	/9	

cognome	matricola
nome	firma

A Sia dato uno stadio rettificatore a semionda. La tensione in ingresso può variare da $9V_{pp}$ a 15 V_{pp}. Il carico è di tipo resistivo e sempre compreso tra 100Ω e 2500Ω. Dimensionare la capacità di livellamento in modo che in ogni caso il ripple residuo sia ≤ 100 mV. Nel calcolo si trascuri la caduta sul diodo. Esplicitare i passaggi.

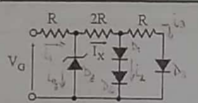


$$V_R = \frac{V_P}{f \cdot C \cdot R} \leq 100\,mV$$

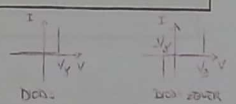
QUINDI BISOGNA CONSIDERARE I VALORI CHE MASSIMIZZANO V_R, OVVERO: R_{MIN} E V_{PMAX}

$$C \geq \frac{7{,}5\,V}{100 \cdot 10^{-3}\,V \cdot 100\,\Omega \cdot f} = \frac{0{,}75\,F}{f}$$

B Si consideri il circuito in figura. Si calcoli il valore della corrente I_X. Esplicitare i passaggi



V_γ=0.7V
V_Z=5.6V
R=1KΩ



$0 \leq V_G < V_\gamma \Rightarrow D_Z, D_1, D_2, D_3$ OFF $\Rightarrow I_X = 0$

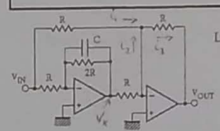
$V_\gamma \leq V_G < 2V_\gamma \Rightarrow D_Z, D_1, D_2$ OFF D_3 ON $\Rightarrow i_1 = I_X = i_3 \Rightarrow I_X = \frac{V_G - V_\gamma}{4R}$

$2V_\gamma \leq V_G < V_Z \Rightarrow D_Z$ OFF D_1, D_2, D_3 ON $\Rightarrow i_1 = I_X \Rightarrow I_X = \frac{V_G - 2V_\gamma}{3R}$

$V_G \geq V_Z \Rightarrow D_Z, D_1, D_2, D_3$ ON $\Rightarrow I_X = \frac{V_Z - 2V_\gamma}{2R}$

PER $V_G < 0 \Rightarrow D_1, D_2, D_3$ SEMPRE OFF $\Rightarrow I_X = 0$

C1 Del circuito in figura determinare la caratteristica statica V_{OUT}-V_{IN} per $V_{IN} \in [-10V, 10V]$. Esplicitare i passaggi.

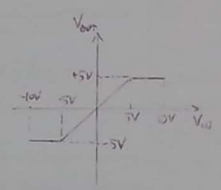


$L_+ = -L_- = 5V$

CARATTERISTICA STATICA $\Rightarrow V_{IN}$ = COSTANTE $\Rightarrow$ "C" SI COMPORTA COME UN CIRCUITO APERTO

- $V_X = -\frac{2R}{R} V_{IN} = -2V_{IN}$
- $i_1 + i_2 = i_3 \Rightarrow \frac{V_{IN} - 0}{R} + \frac{V_X - 0}{R} = \frac{0 - V_{OUT}}{R} \Rightarrow$

$V_{IN} - 2V_{IN} = -V_{OUT} \Rightarrow \underline{V_{OUT} = V_{IN}}$



C2 Si calcoli ora la funzione di trasferimento. Esplicitare i passaggi..

$$C // 2R = \frac{\frac{1}{sC} \cdot 2R}{\frac{1}{sC} + 2R} = \frac{2R}{1 + 2sCR} \quad ; \quad V_X = -\frac{2R}{1+2sCR} \cdot \frac{1}{R} V_{IN}$$

$$i_1 + i_2 = i_3 \Rightarrow V_{IN} + V_X = -V_{OUT} \Rightarrow V_{IN} - \frac{2V_{IN}}{1+2sCR} = -V_{OUT} \Rightarrow$$

$$H(s) = H(j\omega) = -1 + \frac{2}{1+2j\omega CR} = \frac{1-2j\omega CR}{1+2j\omega CR}$$

Elettronica T -Modulo 1 13-1-2011	A	B	C	D	Totale
	/8	/8	/10	/10	

cognome	matricola
nome	firma

A Un amplificatore ha la seguente relazione ingresso-uscita:

$$v_o = a \cdot v_i^3 + b \cdot v_i + 13V$$

Determinare i parametri a e b in modo che per v_i=1V sia v_O=0V e A_v=10.
Esplicitare i passaggi.

$A_v = \frac{dV_o}{dV_i} \Rightarrow V_o' = 3aV_i^2 + b = A_V = 10$

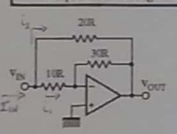
$\begin{cases} 0 = aV^3 + bV + 13V \\ 10 = 3aV^2 + b \Rightarrow a = \frac{10-b}{3V^2} \end{cases} \longrightarrow 0 = \frac{10-b}{3V^2}V^3 + bV + 13V \Rightarrow$

$0 = 10 - b + 3b + 39 \Rightarrow$

$b = -\frac{49}{2} = -24,5$

$a = \frac{10+24,5}{3V^2} = 11,5\ V^{-2}$

B Si calcoli l' impedenza di ingresso del circuito di figura. Si consideri l' OPAMP ideale ed operante in alto guadagno. Esplicitare i passaggi



$Z_{IN} = \frac{V_{IN}}{I_{IN}} = \frac{V_{IN}}{V_{IN}\frac{3}{10R}} = \frac{10}{3}R \cong 3,3R$

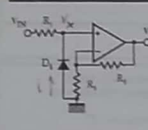
$I_{IN} = i_1 + i_2 = \frac{V_{IN}-(-3V_{IN})}{40R} + \frac{V_{IN}-(-3V_{IN})}{20R} = \frac{1}{10R}V_{IN} + \frac{1}{5R}V_{IN} = V_{IN}\frac{3}{10R}$

$i_1 = \frac{V_{IN}-V_{OUT}}{10R+30R}$

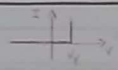
$V_{OUT} = -\frac{30R}{10R}V_{IN} = -3V_{IN}$

$i_2 = \frac{V_{IN}-V_{OUT}}{20R}$

C Del circuito in figura determinare la relazione ingressi-uscita statica per $V_{IN} \in [-5V, 5V]$. Esplicitare i passaggi.



R_1=12KΩ, R_2=5KΩ, R_3=15KΩ
V_γ=0.6V, L_+=-L_-=15V



DIODO ON: $V = V_\gamma$
DIODO OFF: $V < V_\gamma$

DETERMINO IL COMPORTAMENTO DEL DIODO

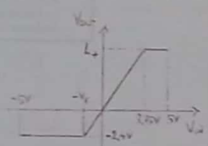
$(0-V_x)-V_{IN} = R_1 i \Rightarrow$

$i = \frac{-V_x - V_{IN}}{R_1}$

DIODO ON $-V_x - V_{IN} > 0 \Rightarrow V_{IN} < -V_x$
DIODO OFF $-V_x - V_{IN} \leq 0 \Rightarrow V_{IN} \geq -V_x$

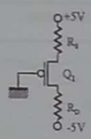
CON $V_x = V_\gamma$

DIODO OFF	
$V_{OUT} = \left(1+\frac{R_3}{R_2}\right)V_{IN} = 4V_{IN}$ $L_+ = 15V = 4V_{IN} \Rightarrow V_{IN} = 3,75V$ $V_{OUT} = 4 \cdot (-V_x) = 4(-0,6V) = -2,4V$	
DIODO ON	$V_x = -0,6V\ \forall V_{IN}$
$V_{OUT} = V_x\left(1+\frac{R_3}{R_2}\right) = (-0,6V)\,4 =$ $= -2,4V$	



NO!

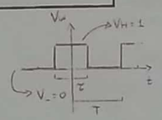
D Si dimensioni R_S ed R_D in modo che V_D=0V.
Si assuma V_{TP}= -1V, β_p'=20μA/V², W/L = 20, I_D= -0.5mA. Esplicitare i passaggi.



Elettronica T -Modulo 1 **27-1-2011**	A	B	C	D	Totale
	/8	/9	/10	/9	

cognome	**matricola**
nome	**firma**

A Un amplificatore lineare ideale ha guadagno 5 ed è caricato con una resistenza da 100 Ω. Calcolare il suo rendimento quando all' ingresso viene applicato un segnale onda quadra con V_H=1V, V_L=0V, duty cycle 50%. La corrente di alimentazione è pari a 20mA e che la tensione di alimentazione è 15V. Esplicitare i passaggi.



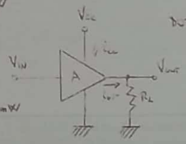
$$\eta = \frac{P_o}{P_s} \cdot 100\% = \frac{125\ mW}{300\ mW} \cdot 100\% \simeq 41{,}66\ \%$$

$P_s = V_{cc} \cdot i_{cc} = 15V \cdot 20mA = 300\ mW$

$P_o = \frac{1}{2} P_{o_H} + \frac{1}{2} P_{o_L} = \frac{1}{2} 250\ mW = 125\ mW$

DUTY CYCLE $= \frac{\tau}{T} = 0{,}5 = \frac{1}{2}$

$V_{OUT} = R_L \cdot i_{OUT} \Rightarrow i_{OUT} = \frac{V_{OUT}}{R_L}$

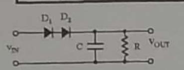


$V_{OUT} = A_V \cdot V_{IN}$

$P_{o_H} = V_{OUT_H} \cdot i_{OUT_H} = 5 V_H \frac{5 V_H}{R_L} = 250\ mW$

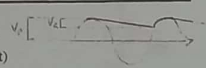
$P_{o_L} = V_{OUT_L} \cdot i_{OUT_L} = 5 \cdot V_L \frac{5 V_L}{R_L} = 0\ W$

B Si dimensioni C in modo che il ripple in uscita dal circuito di figura sia inferiore o uguale a 100 mV. Esplicitare i passaggi



V_γ=0.6V, R=100Ω

v_{IN}=10Vsin(2π·$\underbrace{50}_{f}$·t)

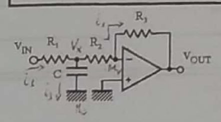


$$V_R = \frac{V_p}{f C R} \Rightarrow C \geq \frac{V_p}{f R} \frac{1}{V_R} = \frac{8{,}8V}{50 Hz \cdot 100\Omega} \frac{1}{100\ mV} = 17600\ \mu F$$

$V_p = \max\{V_{IN}\} - V_{D_1} - V_{D_2} = 10V - 2V_\gamma = 8{,}8\ V$

C Del circuito in figura determinare l' espressione della funzione di trasferimento Esplicitare i passaggi.

$Z_c = \frac{1}{j\omega C}$



NB. C e R_2 NON SONO IN PARALLELO. PER ESSERLO M_R DOVEVA ESSERE COLLEGATO A M_V PERCHÉ R_L È A MASSA VIRTUALE, NON È REALMENTE COLLEGATO A MASSA.

IL FEEDBACK È PERCORSO SOLO DALLA CORRENTE i_2 PER CUI $V_{OUT} = -\frac{R_3}{R_2} V_x$

V_x POSSIAMO ESPRIMERLA IN FUNZIONE DI V_{IN} TRAMITE LE CORRENTI

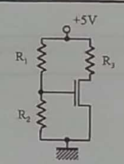
$$i_1 = i_2 + i_3 \Rightarrow \frac{V_{in} - V_x}{R_1} = \frac{V_x - 0}{R_2} + \frac{V_x - 0}{Z_c} \Rightarrow \frac{V_{IN}}{R_1} = V_x \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{Z_c} \right) \Rightarrow$$

$$V_x = \frac{V_{in}}{\cancel{R_1}} \cdot \frac{\cancel{R_1} R_2 Z_c}{R_2 Z_c + R_1 Z_c + R_1 R_2} = V_{in} \frac{R_2 \cancel{\frac{1}{j\omega C}}}{\frac{R_2 + R_1 + j\omega R_1 R_2 C}{\cancel{j\omega C}}}$$

$$H(j\omega) = \frac{V_{OUT}}{V_{in}} = -\frac{R_3}{\cancel{R_2}} \cdot \frac{\cancel{R_2}}{R_1 + R_2 + j\omega R_1 R_2 C} = \frac{-R_3}{R_1 + R_2 + j\omega R_1 R_2 C}$$

No!

D Si dimensioni R_1, R_2 e R_3 in modo che V_D=3V e I_D=1.2mA ed il transistore ι in saturazione. Si assuma V_{TN}= 1V, β_N=600μA/V². Esplicitare i passaggi.

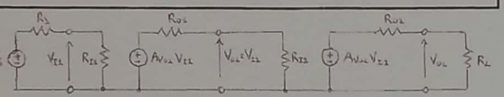


Elettronica T -Modulo 1
17-02-2011

A	B	C	D	Totale
/5	/7	/7	/7	

cognome	matricola
nome	firma

A Si considerino due stadi amplificatori lineari collegati in cascata.
Siano: R_{I1}=50 Ω, R_{O1}=1KΩ, R_{I2}=10KΩ, R_{O2}=2 Ω, A_{V02}=0.95.
Calcolare il valore di A_{V10} in modo che quando all' uscita del secondo viene collegato un carico pari a 10 Ω il guadagno dv_{O2}/dv_{I1} risulti 100. Esplicitare i passaggi.

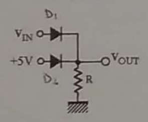


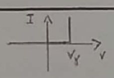
$$\frac{dV_{O2}}{dV_{I1}} = \frac{dV_{O1}}{dV_{I1}} \cdot \frac{dV_{O1}}{dV_{I2}} \cdot \frac{dV_{O2}}{dV_{I2}} \Rightarrow 100 = A_{V01} \cdot 0{,}91 \cdot 1 \cdot 0{,}79 \Rightarrow A_{V01} \cong 139$$

$$\frac{dV_{O1}}{dV_{I1}} = A_{V01} \frac{R_{I2}}{R_{I2}+R_{O1}} = A_{V01} \cdot \frac{10\,k\Omega}{11\,k\Omega} \cong A_{V01} \cdot 0{,}91 \; ; \; V_{O1} = V_{I2} \Rightarrow \frac{dV_{O1}}{dV_{I2}} = 1$$

$$\frac{dV_{O2}}{dV_{I2}} = A_{V02} \cdot \frac{R_L}{R_{O2}+R_L} = 0{,}95 \cdot \frac{10\cancel{\Omega}}{12\cancel{\Omega}} \cong 0{,}79$$

B Si tracci la caratteristica statica V_{IN}-V_{OUT} del circuito in figura. Esplicitare i passaggi



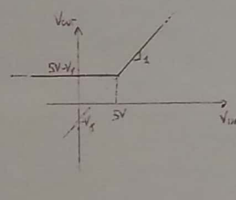


← CARATTERISTICA DEI DIODI

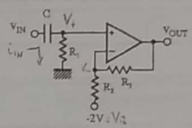
IL DIODO D_2, QUANDO E' ACCESO, FISSA $V_{OUT} = 5V - V_\gamma$.
D_2 E' ACCESO QUANDO LA DIFFERENZA DI POTENZIALE FRA I SUOI CAPI E' $\geq V_\gamma$ PER CUI:

$$\begin{cases} 5V - V_{OUT} \geq V_\gamma \\ V_{OUT} = V_{IN} - V_\gamma \end{cases} \Rightarrow 5V - (V_{IN} - V_\gamma) \geq V_\gamma \Rightarrow V_{IN} \leq 5V$$

PER $V_{IN} > 5V$ IL DIODO D_2 E' SPENTO QUINDI $V_{OUT} = V_{IN} - V_\gamma$



C Del circuito in figura determinare la relazione ingressi-uscita. Esplicitare i passaggi.



PROCEDO PER SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI:

1) V_2 SPENTO

$$V_+' = V_{IN} \frac{R_1}{R_1 + \frac{1}{j\omega C}} = V_{IN} \frac{j\omega R_1 C}{1 + j\omega R_1 C};$$

$$V_-' = V_{OUT}' \frac{R_2}{R_2 + R_3},$$ CONSIDERO L'OPAMP IN ALTO GUADAGNO $V_+ = V_-' \Rightarrow$

$$V_{OUT}' = V_{IN} \frac{j\omega R_1 C}{1 + j\omega R_1 C} \cdot \frac{R_2 + R_3}{R_2}$$

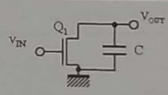
2) V_{IN} SPENTO $\Rightarrow V_+'' = 0$, CONSIDERO L'OPAMP IN ALTO GUADAGNO $V_+'' = V_-'' \Rightarrow$

$$V_{OUT}'' = -V_2 \frac{R_3}{R_2} = 2V \frac{R_3}{R_2}$$

PER CUI: $$V_{OUT} = V_{OUT}' + V_{OUT}'' = V_{IN} \frac{j\omega R_1 C}{1 + j\omega R_1 C} \frac{R_2 + R_3}{R_2} + 2V \frac{R_3}{R_2}$$

NO!

D Si calcoli il tempo necessario al nodo di uscita per raggiungere la tensione di 2.5V.
Si assuma: $V_{OUT}|_{t=0+}$ = 5V, C=12pF, β_N=1mA/V², V_{TN}=1V, $V_{IN}|_{t=0+}$=3V.
Esplicitare i passaggi.

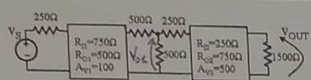


Elettronica T -Modulo 2
22-12-2011

A	B	C1	C2	Totale
/5	/8	/8	/12	

cognome	matricola
nome	firma

A Si considerino due stadi amplificatori lineari non ideali collegati in cascata come in figura. Calcolare il guadagno dv_{OUT}/dv_S Esplicitare i passaggi.

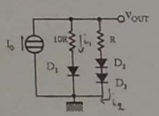


$$\frac{dV_{OUT}}{dV_S} = \frac{dV_{I1}}{dV_S}\cdot\frac{dV_{O1}}{dV_{I1}}\cdot\frac{dV_{I2}}{dV_{O1}}\cdot\frac{dV_{OUT}}{dV_{I2}} = 0{,}75\cdot 20\cdot 0{,}5\cdot\frac{1000}{3} = 2500$$

$$\frac{dV_{I1}}{dV_S} = \frac{R_{I1}}{R_{I1}+250\Omega} = 0{,}75 \; ; \quad \frac{dV_{O1}}{dV_{I1}} = A_{V1}\frac{500\Omega//(250\Omega+R_{I2})}{500\Omega//(250\Omega+R_{I2})+(R_{O1}+500\Omega)} = 20$$

$$\frac{dV_{I2}}{dV_{O1}} = \frac{R_{I2}}{R_{I2}+500\Omega//(250\Omega+R_{I2})} = 0{,}5 \; ; \quad \frac{dV_{OUT}}{dV_{I2}} = A_{V2}\frac{1500\Omega}{1500\Omega+R_{O2}} = \frac{1000}{3}$$

B Si consideri il circuito in figura. Si calcoli V_{OUT}. Esplicitare i passaggi.



R=1KΩ
V_γ=0.7V
I_0=10μA

IPOTIZZO D_1, D_2, D_3 ON E CONTROLLO IL VERSO DELLE CORRENTI i_1 e i_2:

$$\begin{cases} V_{OUT} = V_\gamma + 10R\,i_1 = R\,i_2 + 2V_\gamma \\ I_0 = i_1 + i_2 \end{cases}$$

1) CONTROLLO i_1

$i_2 = I_0 - i_1 \Rightarrow 10R\,i_1 = R(I_0 - i_1) + V_\gamma$

$i_1 = \frac{RI_0 + V_\gamma}{11R}$ $\quad RI_0 + V_\gamma > 0$!

2) CONTROLLO i_2

$i_1 = I_0 - i_2 \Rightarrow 10R(I_0 - i_2) = R\,i_2 + V_\gamma$

$i_2 = \frac{10RI_0 - V_\gamma}{11R}$ $\quad 10RI_0 - V_\gamma = \underbrace{10\cdot 1k\Omega\cdot 10\mu A}_{0{,}1V} - V_\gamma < 0$!

QUINDI D_2 e D_3 SONO OFF

$\Leftarrow$

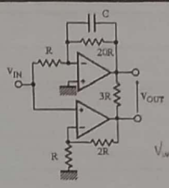
D_1 ON $\quad D_2, D_3$ OFF

$I_0 = i_1$

$V_{OUT} = RI_0 + V_\gamma =$

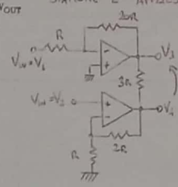
$= 10k\Omega\cdot 10\mu A + 0{,}7V = 0{,}8V$

C1 Del circuito in figura determinare la relazione ingresso-uscita statica. Esplicitare i passaggi.



CONDIZIONI STATICHE => V_{IN} = COST. => IL CONDENSATORE SI COMPORTA COME UN CIRCUITO APERTO

MODIFICO IL CIRCUITO CON UNO EQUIVALENTE IN COND. STATICHE E APPLICO LA SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI



① SPENGO $V_2 \Rightarrow V_4' = 0$

$V_3' = -\frac{20\cancel{R}}{\cancel{R}}V_1 \Rightarrow V_{OUT}' = V_3' - V_4' = -20V_{IN}$

② SPENGO $V_1 \Rightarrow V_3'' = 0$

$V_4'' = \left(1 + \frac{2R}{R}\right)V_2 \Rightarrow V_{OUT}'' = V_3'' - V_4'' = -3V_{IN}$

$V_{OUT} = V_{OUT}' + V_{OUT}'' = -23V_{IN}$

C2 Si determini la funzione di trasferimento del circuito e si traccino i diagrammi di Bode. Esplicitare i passaggi.

PER TROVARE LA F.d.T. EFFETTUO LO STESSO RAGIONAMENTO DELL'ESERCIZIO C1 CONSIDERANDO IL CONDENSATORE:

$$Z = \frac{\frac{1}{sC}\cdot 20R}{\frac{1}{sC}+20R} = \frac{20R}{1+20sRC}$$

① SPENGO $V_2 \Rightarrow V_4' = 0$

$V_3' = -\frac{Z}{R}V_1 = -\frac{20\cancel{R}}{1+20sRC}\frac{1}{\cancel{R}}V_{IN} \Rightarrow V_{OUT}' = -\frac{20}{1+20sRC}V_{IN}$

② SPENGO $V_1 \Rightarrow V_3'' = 0 \Rightarrow V_{OUT}'' = -3V_{IN}$

$V_{OUT} = -V_{IN}\left(\frac{20}{1+20sRC}+3\right) \Rightarrow H(j\omega) = -23\frac{1+\frac{60}{23}j\omega RC}{1+20j\omega RC}$

NB: $s = j\omega$

ZERI: $1+\frac{60}{23}j\omega RC = 0 \Rightarrow \omega_z = \frac{23}{60RC}$

POLI: $1+20j\omega RC = 0 \Rightarrow \omega_p = \frac{1}{20RC}$

NB: $\omega_z > \omega_p$

$|H|_{dB} = 20\log_{10}(|H(j\omega)|)$

$\omega \to 0 \Rightarrow |H|_{dB} \cong 27\,dB$

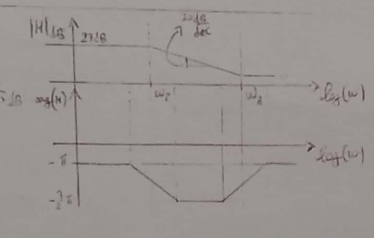
$\omega \to \infty \Rightarrow |H|_{dB} \cong 20\log\left(23\,\frac{\frac{60}{23}j\omega RC}{20j\omega RC}\right) \cong 9{,}5\,dB$

IL "−" INDICA CHE $\omega \to 0 \Rightarrow arg(H) = -\pi$

POLO $\Rightarrow -\frac{\pi}{2}$ $\quad$ ZERO $\Rightarrow +\frac{\pi}{2}$

SOMMARE $\quad$ SOMMARE

$-\pi + \left(-\frac{\pi}{2}\right) = -\frac{3}{2}\pi \quad -\frac{3}{2}\pi + \frac{\pi}{2} = -\pi$

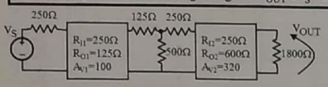


Elettronica T -Modulo 1
16-1-2017

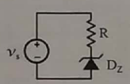
A	B	C1	C2	Totale
/7	/7	/10	/8	

cognome	**matricola**
nome	**firma**

A Si considerino due stadi amplificatori lineari non ideali collegati in cascata come in figura. Calcolare il guadagno dv_{OUT}/dv_S Esplicitare i passaggi.

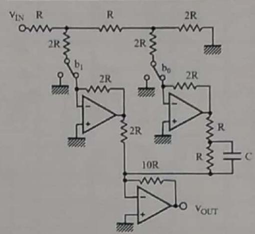


B Del circuito in figura calcolare la massima potenza istantanea dissipata sul diodo zener. Esplicitare i passaggi.



$V_Z = 5.6V$
$V_\gamma = 0.7$
$R = 1\ K\Omega$,
$v_S = 5V \cdot \sin(\omega t)$

C1 Nell' analisi del circuito in figura si considerino gli OPAMP ideali e in alto guadagno. Si calcoli il guadagno statico dv_{OUT}/dv_{IN} in funzione del valore dei bit b_1 e b_0. In figura è rappresentata la situazione b_0=b_1=1. Esplicitare i passaggi.



C2 Calcolare ora la funzione di trasferimento nel caso b_0=b_1=1. Esplicitare i passaggi.

A 3000

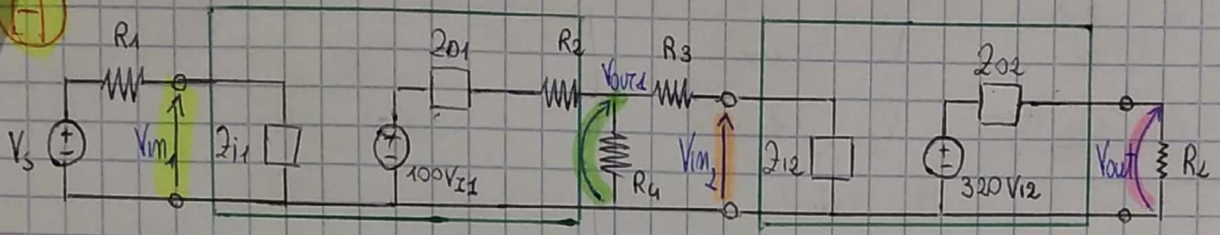
B 3 mW

C1 $\frac{dv_{out}}{dv_{in}} = \frac{5}{2} \cdot b_1 + \frac{5}{4} \cdot b_0$

C2 $H(j\omega) = \frac{5}{2} \cdot \left(\frac{3 + j\omega 2CR}{2 + j\omega CR}\right)$

16/11/2017

A



$$\frac{dV_{out}}{dV_s} = \frac{V_{out}}{dV_{in_2}} \cdot \frac{dV_{in_2}}{dV_{out1}} \cdot \frac{dV_{out1}}{dV_{in1}} \cdot \frac{dV_{in1}}{dV_s}$$

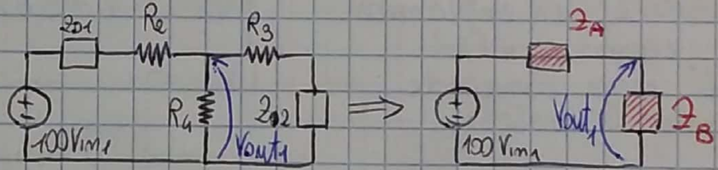
① Applico Legge del Partitore per trovare V_{in_1}

$$\boxed{V_S \frac{Z_{i1}}{Z_{i1}+R_1} = V_{in_2} = \frac{1}{2} V_S} \longrightarrow \frac{dV_{in_1}}{dV_S} = \frac{1}{2}$$

② Applico Legge del Partitore per trovare V_{out_1} [Applico serie e Paralleli]

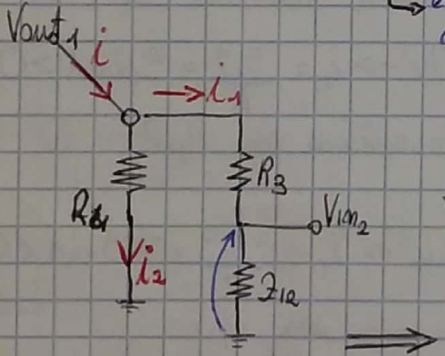
$Z_A = Z_{01} + R_2$

$Z_B = R_4 // (R_3 + Z_{12})$

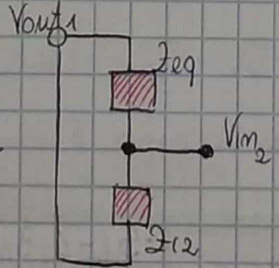


Quindi $$\boxed{100 V_{in_1} \frac{Z_B}{Z_A + Z_B} = V_{out_1} = 50 V_{in_1}} \longrightarrow \frac{dV_{out_1}}{dV_{in_1}} = 50$$

③ Applico Legge del Partitore per trovare V_{in_2} [applico serie e Parallelo]
↳ con carico a monte



Essendoci un ramo parallelo R_4 devo considerarlo nel partitore come una impedenza unica



Quindi $Z_{eq} = R_4 // (R_3 + Z_{12}) = Z_B$

$$\boxed{V_{out_1} \cdot \frac{Z_{12}}{Z_{12} + Z_{eq}} = V_{in_2} = \frac{1}{2} V_{out_1}}$$

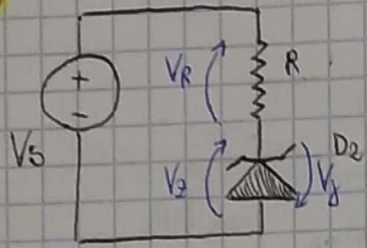
$$\longrightarrow \frac{dV_{in_2}}{dV_{out_1}} = \frac{1}{2}$$

④ Applico Legge del Partitore per trovare V_{out}

$$\boxed{V_{in_2} \frac{R_L}{R_L + Z_{02}} = 240 V_{in_2} = V_{out}} \longrightarrow \frac{dV_{out}}{dV_{in_2}} = 240$$

⑤ $$\frac{dV_{out}}{dV_S} = \frac{1}{2} \cdot 50 \cdot \frac{1}{2} \cdot 240 = 3000$$

B



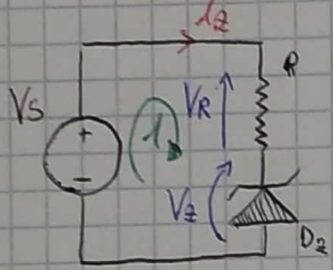
$V_S = 5V \sin(\omega_0 t)$

$V_Z = 5{,}6\,V$

$V_\gamma = 0{,}7\,V$

$R = 1k\Omega$

① Hp 1 DZ in Inversa $\to i_Z > 0$ e $V_{DZ} = V_Z = 5{,}6V$



LVK "1" $V_S - V_R - V_Z = 0 \Rightarrow V_R = V_S - V_Z$

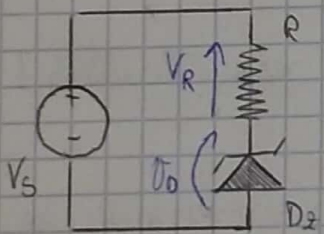
La Tensione Vs può assumere due valori massimi $-5V$ e $+5V$

Quindi $\begin{cases} V_R = 5V - 5{,}6V \Rightarrow i_D = \dfrac{5V - 5{,}6}{R} = -6 \times 10^{-4} A < 0 \\ V_S = 5V \end{cases}$

$\begin{cases} V_R = -5V - 5{,}6V \Rightarrow i_D = \dfrac{-5V - 5{,}6V}{R} = -0{,}0106 A < 0 \\ V_S = -5V \end{cases}$

Conclusione: in entrambi i casi $i_D < 0$ quindi non concorde con l'ipotesi

② Hp 2 DZ in Diretta $\to i_Z < 0$ $V_{DZ} = -V_\gamma = -0{,}7V$



LKV "1" $V_S - V_R - V_D = 0 \Rightarrow V_R = V_S - V_D$

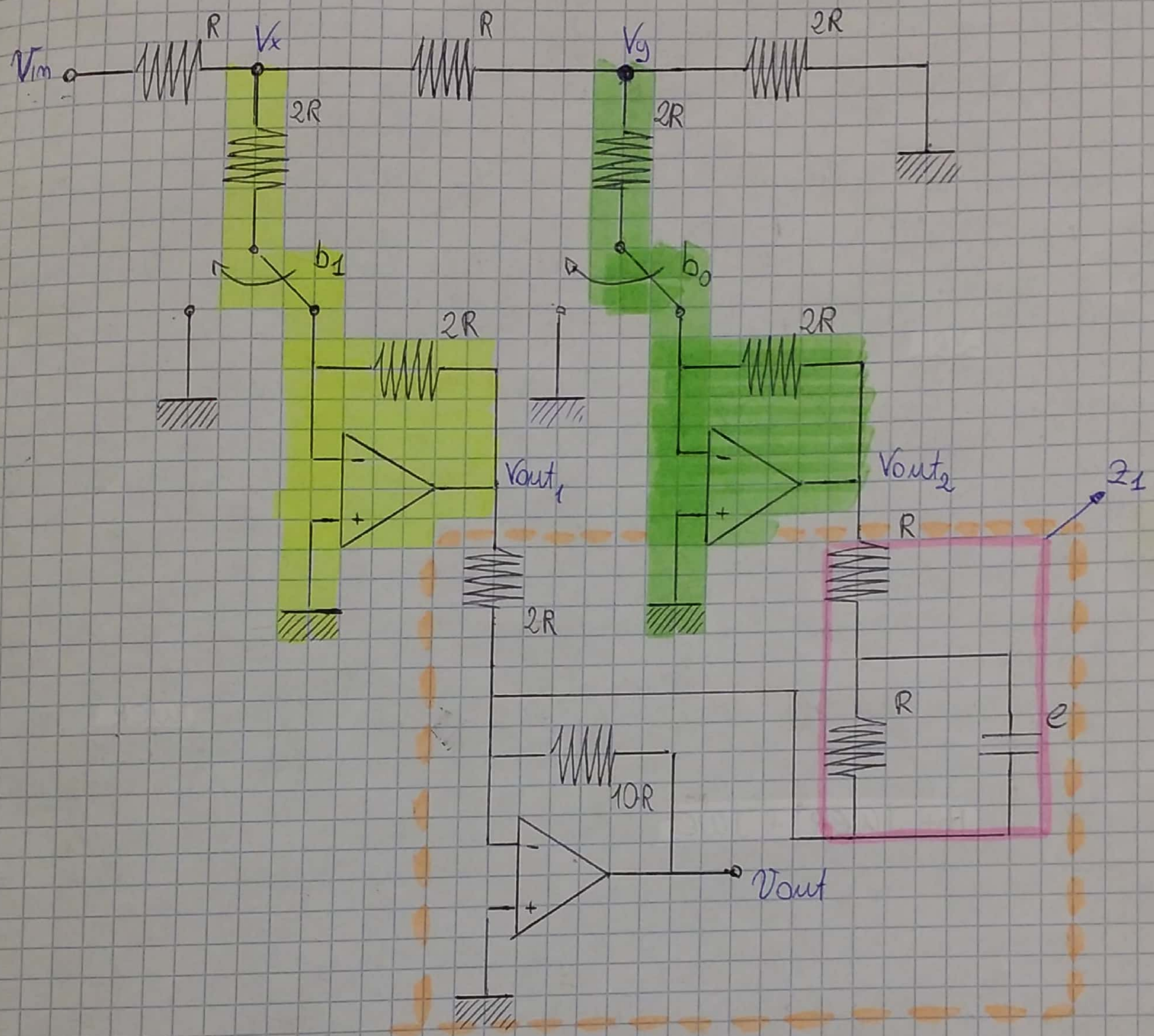
La tensione Vs può assumere due valori massimi $-5V$ e $5V$

$\begin{cases} V_R = V_S - V_D = 5V + 0{,}7V = 5{,}7V \to i_D = \dfrac{5{,}7}{R} = 5{,}7 mA > 0 \\ V_S = 5V \quad \text{Questo caso è in disaccordo con Hp 2} \\ V_D = -0{,}7V \end{cases}$

$\begin{cases} V_R = V_S - V_D = -5V + 0{,}7V = -4{,}3V \to i_D = \dfrac{-4{,}3}{R} = -4{,}3 mA < 0 \\ V_S = -5V \quad \text{Questo caso è concorde con Hp2} \\ V_S = -0{,}7V \end{cases}$

Quindi, dato che $\boxed{P_{Z,MAX} = V_Z \cdot i_{DZ\,MAX} = [-0{,}7V] \cdot [-4{,}3 mA] = 3{,}01 mW \simeq 3 mW}$

C1



① Calcolo V_x e V_y da V_{in} con Legge del Partitore con carico

$$Z_{tot} = \{[(2R//2R)+R]//2R\}+R = 2R$$

$$V_x = V_{in}\frac{2R}{2R+Z_{tot}} = \frac{1}{2}V_{in} \quad \text{ed} \quad V_y = V_x\frac{2R}{2R+Z_{tot}} = \frac{1}{2}V_x = \frac{1}{4}V_{in}$$

② Uscite dagli opamp

OPAMP 1 $\longrightarrow$ $V_{out_1} = \frac{-2R}{2R}V_x = \frac{-1}{2}V_{in}$ se $b_1 = 1 \rightarrow V_{out_1} = \frac{-1}{2}b_1 V_{in}$

OPAMP 2 $V_{out_2} = \frac{-2R}{2R}V_y = -\frac{1}{4}V_{in}$ se $b_0 = 1 \rightarrow V_{out_2} = \frac{-1}{4}b_0 V_{in}$

Sono entrambi Opamp ideali, in Hg, invertenti

OPAMP 3 → Sommatore Invertente

Calcolo Z_1 per la caratteristica statica => C = Circ. Aperto

$$Z_1 = R + [R // C] = R + R = 2R$$

Con la SdE risulta che: $V_{out} = V_{out_I} + V_{out_{II}}$

$$V_{out_I} = -\frac{10R}{2R} V_{out_1} = +\frac{5}{2} b_1 V_{in}$$

$$V_{out_{II}} = -\frac{10R}{Z_1} V_{out_2} = +\frac{5}{4} b_0 V_{in}$$

$$V_{out} = +\frac{5}{2} b_1 V_{in} + \frac{5}{4} b_0 V_{in}$$

quindi $\frac{dV_{out}}{dV_{in}} = +\frac{5}{2} b_1 + \frac{5}{4} b_0$

C2

La fdt $H(\omega)$ va calcolata in regime dinamico, quindi occorre considerare il condensatore

$$Z_1 = R + [R // C] = R + \left[\frac{1}{R} + j\omega C\right]^{-1} = R + \left[\frac{R}{1 + j\omega CR}\right] =$$

$$= R\left[\frac{2 + j\omega CR}{1 + j\omega CR}\right]$$

Come prima applico la SdE, $V_{out} = V_{out_I} + V_{out_{II}}$

$$V_{out_I} = -\frac{10R}{2R} V_{out_1} = +\frac{5}{2} b_1 V_{in}$$

$$V_{out_{II}} = -\frac{10R}{Z_1} V_{out_2} = +10R \cdot \frac{1}{R}\left[\frac{1 + j\omega CR}{2 + j\omega CR}\right]\left[\frac{1}{4} b_0 V_{in}\right]$$

$$= +\frac{5}{2}\left[\frac{1 + j\omega CR}{2 + \omega CRj}\right] b_0 V_{in}$$

Quindi $V_{out} = \frac{5}{2} b_1 V_{in} + \frac{5}{2}\left[\frac{1 + j\omega CR}{2 + j\omega CR}\right] b_0 V_{in}$ con $b_0 = b_1 = 1$

$$H(j\omega) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \left[\frac{5}{2} + \frac{5 + 5j\omega CR}{4 + 2j\omega CR}\right] = \frac{10 + 10j\omega CR + 20 + 10j\omega CR}{2[4 + 2j\omega CR]}$$

$$= \frac{30 + 20j\omega CR}{8 + 4j\omega CR} = \frac{10}{4}\left[\frac{3 + 2j\omega CR}{2 + j\omega CR}\right] = \frac{5}{2}\left[\frac{3 + 2j\omega CR}{2 + j\omega CR}\right]$$

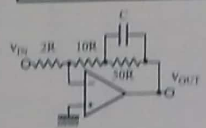
Elettronica T -Modulo 1 31-1-2017	Ritirato	A	B	C1	C2	Totale
		5/15	9/9	10/10	8/18	32

cognome [illegible]	matricola 0000659636
nome [illegible]	firma [illegible]

A Sia dato un rettificatore a semionda. Dimensionare la capacità di livellamento in modo che il ripple sia inferiore a 100mV se f=50Hz, $120\Omega \leq R_L \leq 1K\Omega$ e $10V \leq V_{INPP} \leq 14V$. Esplicitare i passaggi.

B Sia dato un multivibratore bistabile invertente con β=0.2. Sapendo che l' Opamp ha SR=1V/µs e L_+=$-L_-$=5V, tracciare l' andamento temporale del segnale di uscita se in ingresso è applicato un segnale triangolare di frequenza 5KHz e ampiezza $4V_{pp}$. Esplicitare i passaggi.

C1 Del circuito in figura si calcoli la funzione di trasferimento e si disegnino i diagrammi di Bode (ampiezza e fase). Si consideri l' opamp ideale e in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.

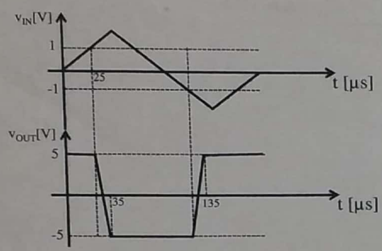


C=1.2nF
R=18KΩ
L_+=$-L_-$=15V
A_vB= 1 MHz

C2 Sia ora SR=0.5 V/µs. Sia applicato all' ingresso il segnale $v_{IN}(t)$=300mV(1+sin(ω_0t)) con $\omega_0 \geq$ 10 KRAD/s. Si calcoli la massima pulsazione ω_{0max} che garantisce assenza di saturazione. Esplicitare i passaggi.

A 11700 µF

B



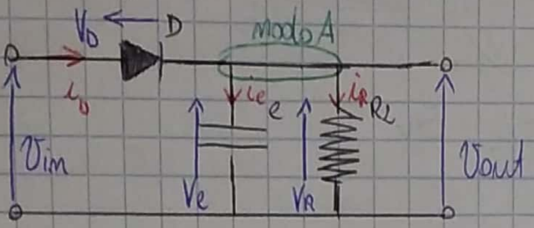
C1 $H(j\omega) = -30\frac{1+j\omega\frac{25}{3}CR}{1+j\omega 50CR}$

ω_P=925 RAD/s
ω_Z=5.5 KRAD/s
ω_{hf} =1.25 MRAD/s

C2 333 KRAD/s

31-1-2016

(A) Rettificatore a Semionda



f = frequenza = 50 Hz

$120\,\Omega \leq R_L \leq 1K\Omega$

$10V \leq Vin_{pp} \leq 14V$

Ripple $\leq$ 100 mV

① Dalla formula della Tensione di Ripple $= V_P / f \cdot C \cdot R_L$ nella quale $V_p = |Vin_{MAX}| - V_\gamma$ si evince che avendo una capacità fissa e freq fissa per ridurre il Vripple È NECESSARIO UTILIZZARE LA RESISTENZA AL MINIMO E LA V_P AL MASSIMO in modo da ottenere una capacità massima tale che Vripple sia minimo

② Per calcolare V_P si procede come segue:

Ipotizzo il Diodo spento.

Se D è spento; C si scarica su R_L generando una perdita Vripple

$$V_p = |Vin|_{max} - V_\gamma = \left|\frac{14}{2}\right| - 0 = \frac{14}{2} = 7$$

La Vin è stata divisa per 2 in quanto essa è Picco - Picco ed a noi serve il suo valor medio

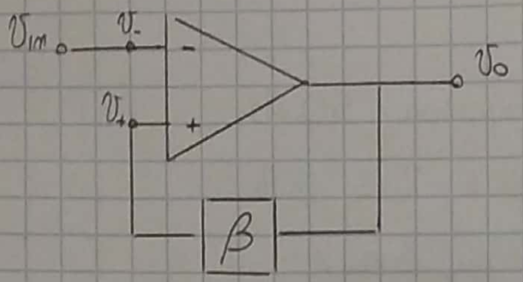
③ Utilizzo la formula del Vripple sapendo che questo deve essere $\leq$ 100 mV per calcolare la capacità C

$$\text{Vripple} \leq 100\,mV \Rightarrow 100\,mV \leq V_P / f \cdot C \cdot R_L \quad \text{con} \begin{cases} V_P = 7\,V \\ f = 50\,Hz \\ R_L = 120\,\Omega \end{cases}$$

Quindi $\boxed{C \leq V_P / 100mV \cdot f \cdot R_L} \longrightarrow 7 / 100mV \cdot 50\,Hz \cdot 120\,\Omega$

$\leq 7/600\,F \longrightarrow 0{,}01166\,F \longrightarrow \boxed{11{,}6\,mF}$

(B) Multivibratore Bistabile Invertente



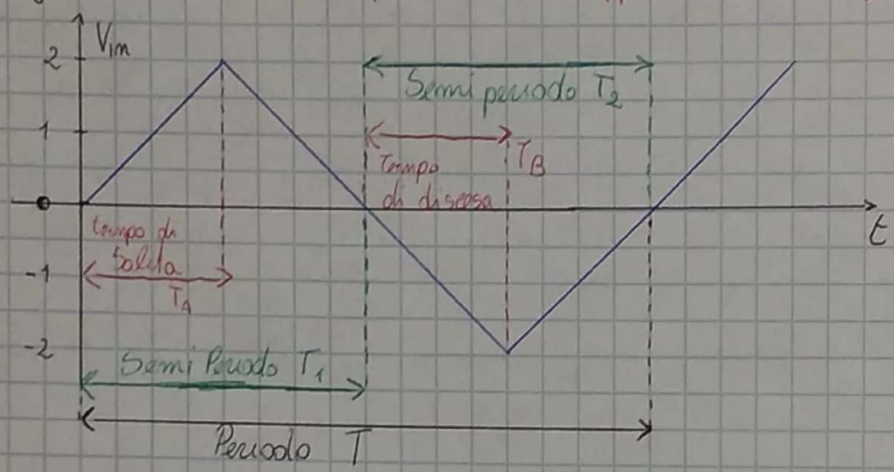
$\beta = 0.2$

$SR = 1V/\mu s$

$L_+ = -L_- = 5v$

① Sappiamo che V_{in} = Segnale Triangolare di freq 5KHz e $V_{pp} = 4$

- Graficiamo V_{in} sapendo che $V_{pp} = 4 \Rightarrow V_{in\,MIN} = -2V$ $\quad V_{in\,MAX} = 2V$



Dal grafico si evincono i vari periodi, calcolabili a partire dalla frequenza $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5KHz} = 2 \times 10^{4}\ s = 200\mu s$

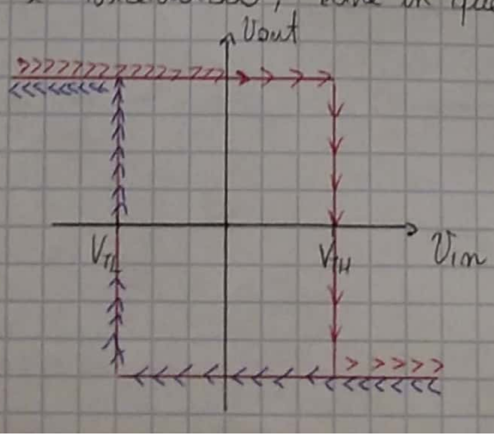
di conseguenza $T_1 = T_2 = T/2 = 100\mu s$ e $T_A = T_B = T/4 = 50\mu s$

② Conoscendo β ed anche $L_\pm$ bisogna ricavare le tensioni

$V_{TH} = \beta L_+ = 0{,}2 \cdot 5v = 1v$

$V_{TL} = \beta L_- = 0{,}2 \cdot (-5v) = -1v$

Trattandosi di un MULTIVIBR. INVERTENTE, ~~allora~~ per V_{in} Alte avrò Vout Basse e viceversa, come in questo schema



E2

30/1/2016

$SR = 0{,}5\,V/\mu s$

$V_{in}(t) = 300\,mV[1 + \sin(\omega_0 t)]$

$\omega_0 \geq 10\,Krad/s$

Si ha che $\omega_{0_{MAX}} = \dfrac{SR}{V_{o_{MAX}} \cdot \cos(\omega_0 t)}$

① Considero il caso peggiore $\rightarrow \cos(\omega_0 t) = \pm 1$

Dato che la $V_{o_{MAX}} = V_u \cdot |H(j\omega_0)|$ si ha che per $\omega_0 \geq 10\,Krad/s$ allora

$$V_{o_{MAX}} = V_u \cdot |H(j\omega_0)| = 300\,mV \cdot \left|H\left(10K\,\tfrac{rad}{s}\right)\right|$$

Essendo ω_0 molto maggiore delle pulsazioni di zeri e poli [vedi Ex E1] si può dire che:

$0 \lll \omega_p \lll \omega_z \ll \omega_0 \lll \omega_{Hf}$ quindi posso considerare $|H(j\omega_0)|$ come fosse $|H(j\infty)| = 5$

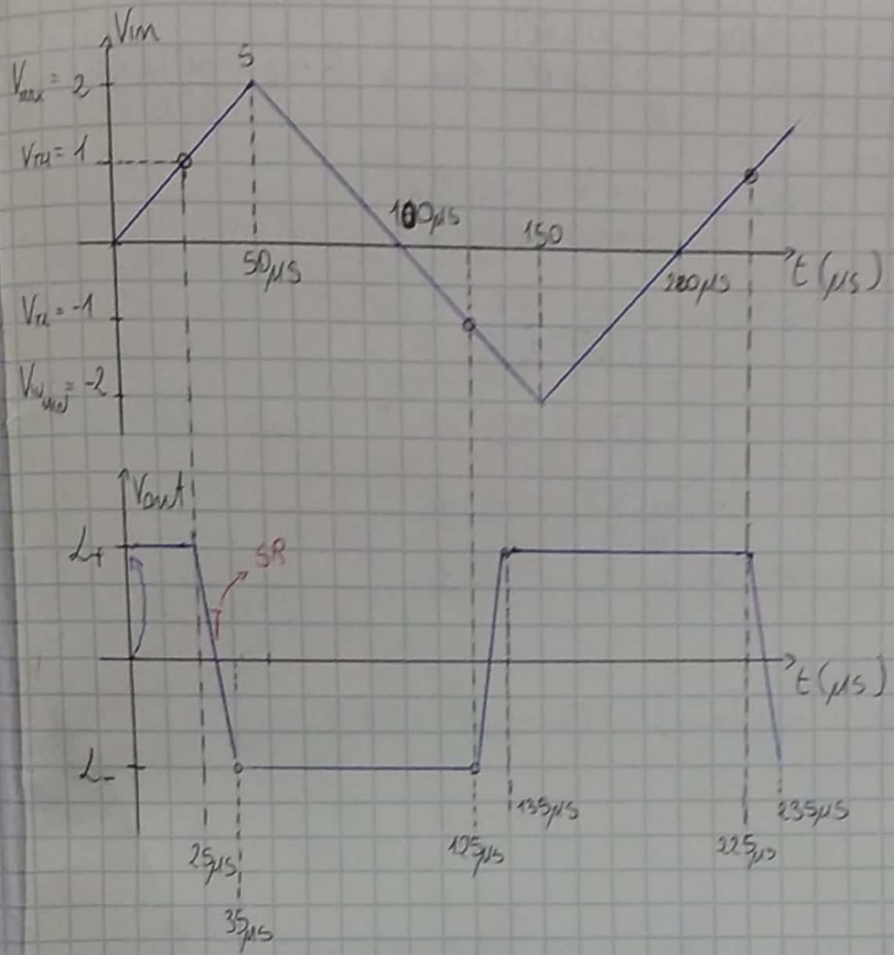
② Sapendo che:

- $V_\mu = 300\,mV$; • $|H(j\omega_0)| \approx |H(j\infty)| = 5$

allora $V_{o_{MAX}} = 300\,mV \cdot 5 = 1{,}5\,V$

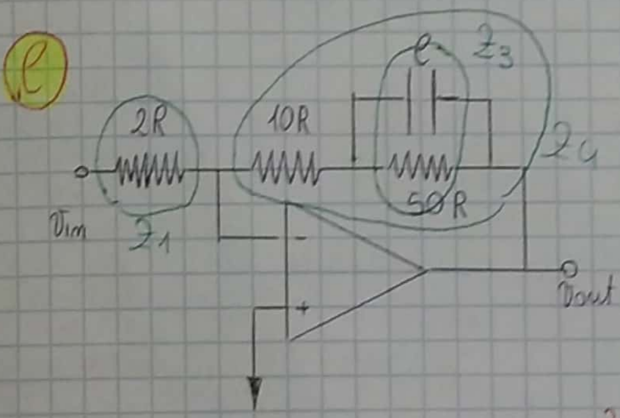
③ Conoscendo $V_{o_{MAX}}$ e considerando il caso peggiore $\equiv \cos(\omega_0 t) = \pm 1$ allora

$$\omega_{0_{MAX}} = \frac{SR}{V_{o_{MAX}} \cdot \cos(\omega_0 t)} = \frac{0{,}5\,V}{\mu s} \cdot \frac{1}{1{,}5\,V \cdot 1} = 333\,K\frac{rad}{s}$$



③ Dato che dalla tensione $L_+ = 5V$ alla tensione $L_- = -5V$ c'è un salto di 10 V stando allo SR = 1V/µs ci vorranno 10µs prima che l'uscita si assesti su uno dei due valori stabili

C



$C = 1{,}2\,nF$

$R = 18\,k\Omega$

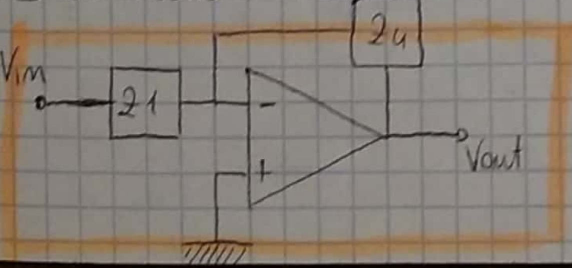
$A_v B = 1\,MHz$

① Trovare le impedenze!

$$Z_3 = C \,//\, 50R = \left[\frac{1}{50R} + \frac{1}{C}\right]^{-1} = \left[\frac{1}{50R} + j\omega C\right]^{-1} = \frac{50R}{1 + 50 j\omega CR}$$

$$Z_4 = Z_3 + 10R = \frac{50R}{1 + j\omega CR50} + 10R = \frac{60R + 500 j\omega CR^2}{1 + j\omega CR50} = 10R \cdot \frac{6 + 50 j\omega CR}{1 + 50 j\omega CR}$$

② Il circuito ottenuto è:



OPAMP IDEALE, INVERTENTE, IN HB

con $V_{out} = -\frac{Z_4}{Z_1} \cdot V_{in}$

③ Dobbiamo esplicitare $V_{out} = -\frac{\left[10R \cdot \frac{6+50j\omega RC}{1+50j\omega RC}\right]}{2R} V_{in} = 5 \cdot \frac{6+50j\omega RC}{1+50j\omega RC} V_{in}$

$$= -5 \cdot 6 \cdot \frac{1+\frac{25}{3}j\omega CR}{1+50j\omega CR} V_{in}$$

$$= -30 V_{in} \cdot \frac{1+\frac{25}{3}j\omega CR}{1+50j\omega CR}$$

dalla quale si evince $H(j\omega) = -30 \cdot \frac{1+\frac{25}{3}j\omega CR}{1+50j\omega CR}$ tale che

$H(\emptyset) = -30 \cdot 1/1 = -30 \Longrightarrow 20\log(30) = 30\,db$

$H(\infty) = -30 \cdot \left[\frac{25/3}{50}\right] = 5 \Longrightarrow 20\log(5) = 14\,db$

④ $\arg\{H(j\omega)|_{\omega=0}\} = \arg\{den\} - \arg\{num\} = 0 - \pi = -\pi$

⑤ Calcolo Poli e Zeri

Polo $\longrightarrow 1+50j\omega CR \Longrightarrow \omega = \frac{1}{50RC} = \frac{1}{50 \cdot 18k\Omega \cdot 1{,}2nF} = 925\,rad/s$

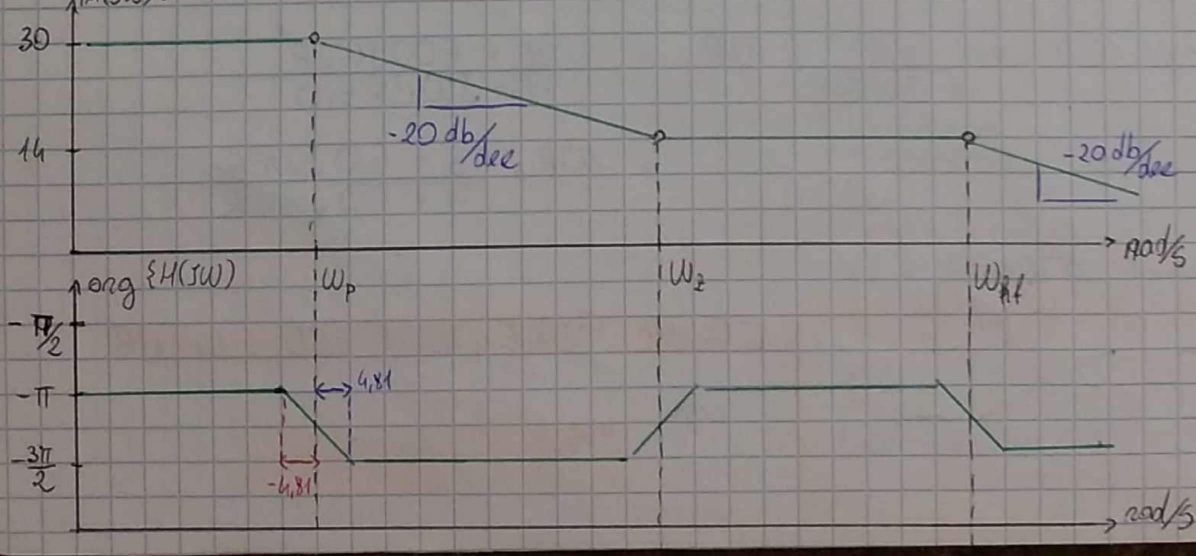
Zero $\longrightarrow 1+\frac{25}{3}j\omega CR \Longrightarrow \omega = \frac{1}{\left(\frac{25}{3}\right)RC} = \frac{1}{\left(\frac{25}{3}\right) \cdot 18k\Omega \cdot 1{,}2nF} = 5{,}55\,K\frac{rad}{s}$

Polo $A_vB \longrightarrow \frac{A_vB}{\beta} = \frac{A_vB}{|H(\infty)|} = \frac{1MHz}{5} = 200\,kHz$

$200kHz \cdot 2\pi = \omega_{hf} = 1{,}25\,M\frac{rad}{s}$

⑥ Grafico

- Guadagno $\mu = -30 \Longrightarrow \mu < \emptyset \Longrightarrow$ Spettro di fase inizia a $-\pi$



Elettronica T -Modulo 1
21-2-2017

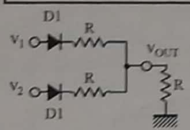
Ritirato ☐

A	B	C1	C2	Totale
/5	/9	/10	/8	

cognome	matricola
nome	firma

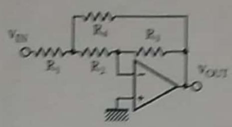
A Sia dato un convertitore AD a doppia rampa a 16 bit. Se la frequenza del clock è 10 MHz, qual è la massima velocità di campionamento per qualsiasi valore della tensione di ingresso compresa nell' intervallo [$-V_{REF}$ – 0V]? Esplicitare i passaggi.

B Del circuito in figura si calcolino i limiti delle le regioni di funzionamento in diretta o in inversa dei diodi D1 e D2 per V_1 che varia nell' intervallo $0V \leq V_1 \leq 10V$. Esplicitare i passaggi.



$R=10\Omega$
$v_2=5V$
$V_\gamma=0.7V$

C1 Del circuito in figura si calcoli la funzione di trasferimento e si tracci la caratteristica ingresso-uscita per $v_{IN} \in [-15V, +15V]$. Si consideri l' opamp ideale. Esplicitare i passaggi.



$R_1=R_2=10K\Omega$
$R_3=R_4=30K\Omega$
$L_+=-L_-=15V$

C2 Si calcoli l' impedenza di ingresso del circuito. Esplicitare i passaggi.

A $76.3\ S/s$

B

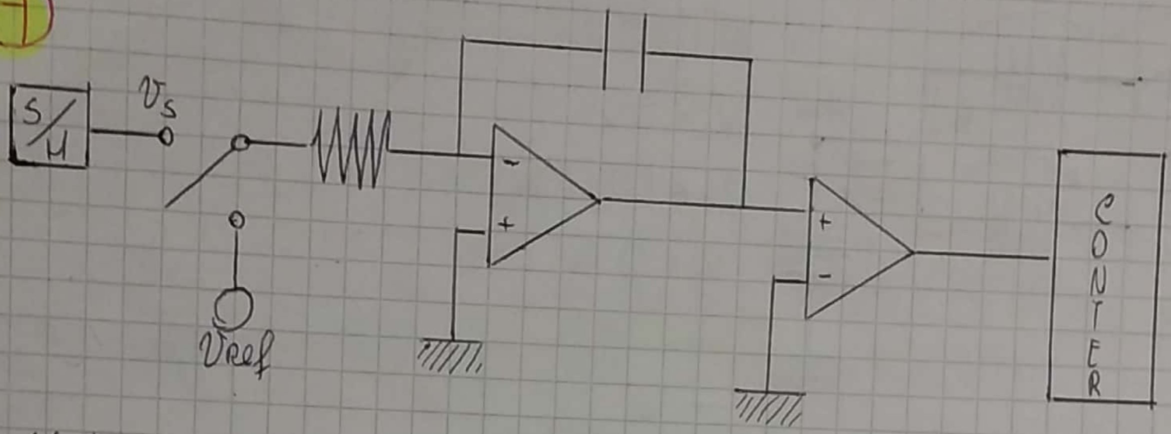
D1	OFF	ON	ON
D2	ON	ON	OFF
V1	0V – 2.85V	2.85V – 9.3V	9.3V – 10V

C1 $v_{OUT} = -\frac{9}{10} v_{IN}$

C2 $Z_{IN}=14.3\ K\Omega$

21/2/2017

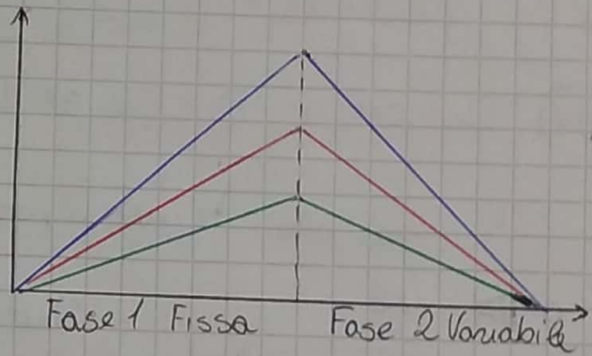
A



16 bit = 65536 codici

$f_{ck} = 10MHz$

$V_S = [-V_{REF} \dots 0]$



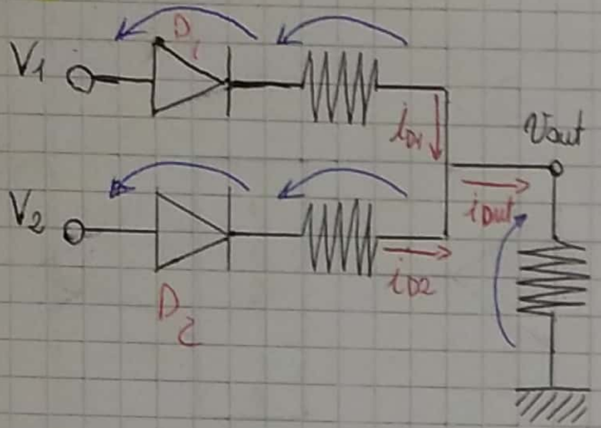
① Caso Peggiore → Fase 1 = Fase 2

Tempo Fase 1 $= 2^n T_{ck} = \frac{1}{f_{ck}} = 1 \times 10^7$ = Tempo Fase 2

② $T_{TOT} = T_{ck} 2^n + T_{ck} 2^n = 2^{n+1} \cdot T_{ck} = 2^{n+1} \cdot 10^{-7} = 1024/78125$

Quindi $F_{max} = \frac{1}{T_{TOT}} = 78125/1024 = 76,29\ S/s$

B



$R = 10\,\Omega$

$V_2 = 5\,v$

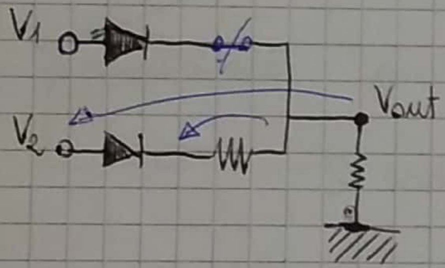
$V_1 \in [0; 10v]$

$V_\gamma = 0,7v$

LCK $\quad i_{out} = i_{D1} + i_{D2}$

Hp1 $\quad D_1 = OFF$ e $D_2 = ON \Rightarrow v_{D1} \leq V_\gamma$, $v_{D2} = V_\gamma$, $i_{D1} = 0$, $i_{D2} > 0$.

LCK $\quad i_{out} = i_{D2}$ -> uso il partitore di tensione per trovare v_{out}



$$v_{out} = (V_2 - V_\gamma)\frac{R_L}{R + R_L} = \frac{1}{2}[5 - 0,7] = 2,15v$$

da qui si ha che $v_D = v_1 - v_{out} \leq V_\gamma$

perciò $v_1 \leq V_\gamma + v_{out} = 0,7 + 2,15v$

infine $v_1 \leq 2,85v$

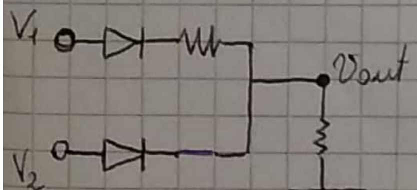
Hp2 $\quad D_1 = D_2 = ON \Rightarrow v_{D1} = v_{D2} = V_\gamma$ e $i_{D1} > 0$, $i_{D2} > 0$.

① Capire quando $D2 = OFF$? Quando $v_{D2} = V_2 - v_{out} - \cancel{v_{R2}} \leq 0,7$

↳ $[v_{D2} \leq 0,7v$ e $i_{D2} = 0]$

quindi $v_2 - 0,7 \leq v_{out} \Rightarrow v_{out} \geq 5 - 0,7 = 4,3v$

② Dato che quando $v_{out} > 4,3$ il $D_2 = OFF$ ho solo il ramo sopra da cui col partitore di tensione ricavo:



$$\begin{cases} v_{out} > 4,3v \\ v_{out} = \dfrac{(V_1 - V_\gamma)}{R_L + R_1} R_L = \dfrac{1}{2}(v_1 - V_\gamma) \geq 4,3 = \text{a capo} \end{cases}$$

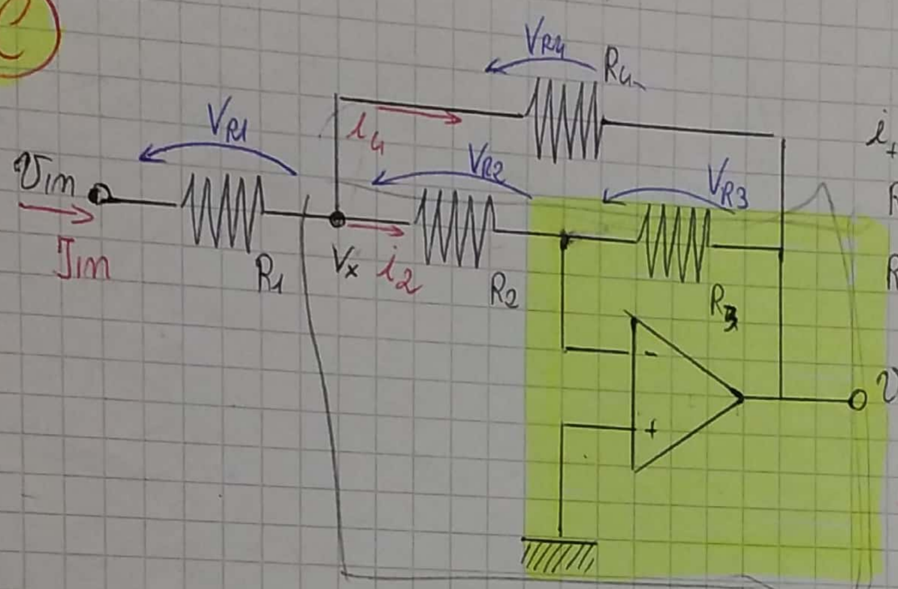
$$= \frac{v_1}{2} \geq 4,3 + \frac{V_\gamma}{2} = v_1 \geq 2(4,3) + 0,7$$

$$= v_1 \geq 9,3$$

	0 – 2,85	2,85 – 9,3	9,3 – 10
D1	OFF	ON	ON
D2	ON	ON	OFF

V_1

C



$i_+ = i_- = 0$ ed $v_D = 0$

$R_1 = R_2 = 10\,k\Omega$

$R_3 = R_4 = 30\,k\Omega$

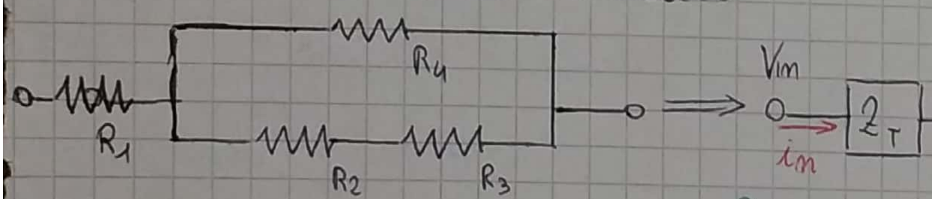
$-i_- = i_+ = 10\,v$

Opamp → Converter i/v

$V_{out} = -R_3\, i_2$

LCK "x" $\quad i_{in} = i_2 + i_3$

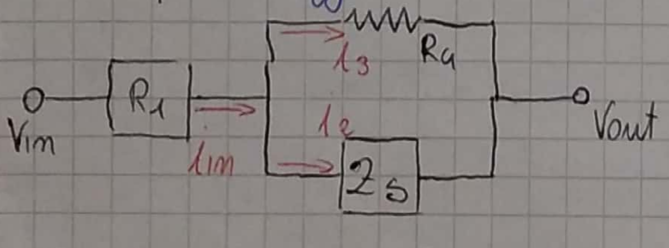
① Risolvo il Serie - Parallelo



quindi $i_{in} = \dfrac{V_{in} - V_{out}}{Z_T}$

$$Z_T = \frac{190}{7}\,k\Omega \longrightarrow R_1 + [R_4 // \overbrace{(R_2 + R_3)}^{Z_S}]$$

② Applico Legge del Partitore di corrente



$$i_2 = \frac{R_4}{R_4 + Z_S}\, i_{in} = \frac{3}{7}\, i_{in}$$

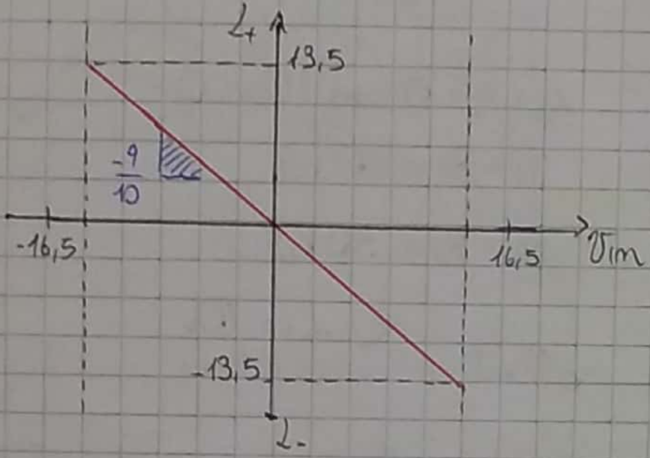
③ Infine dato che $V_{out} = -R_3\, i_2$ ho che

$$V_{out} = -R_3 \cdot \frac{3}{7}\left[\frac{V_{in} - V_{out}}{Z_T}\right] \Rightarrow V_{out} = -\frac{90}{7} \cdot \frac{7}{190}(V_{in} - V_{out})$$

$$\Rightarrow V_{out}\left[1 - \frac{9}{19}\right] = -\frac{9}{19} V_{in} \longrightarrow V_{out} = \frac{19}{10} \cdot \left[\frac{-90}{190}\right] V_{in} = \frac{-9}{10} V_{in}$$

$H(j\omega) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{9}{10}$

- Se $V_{out} = L_+ = -\frac{9}{10} V_{in} \Rightarrow V_{in} = \frac{-10 L_+}{9} = V_{TU} = -\frac{50}{3} V \simeq -16,5 V$
- Se $V_{out} = L_- = -\frac{9}{10} V_{in} \Rightarrow V_{in} = \frac{-10 L_-}{9} = V_{TL} = \frac{50}{3} V \simeq 16,5 V$



(2) Sappiamo che $Z_{in} = \frac{V_{in}}{I_{in}}$ con $i_{in} = \frac{V_{in} - V_{out}}{R_T}$ e $V_{out} = -\frac{9}{10} V_{in}$

$$i_{in} = \frac{1}{R_T}\left(V_{in} + \frac{9}{10} V_{in}\right) = \frac{1}{R_T}\left(1 + \frac{9}{10}\right) V_{in} = \frac{19}{10 R_T} V_{in} = \frac{7}{100} V_{in}$$

quindi $Z_{in} = \frac{V_{in}}{i_{in}} = \frac{V_{in}}{\left[\frac{7}{100}\right] V_{in}} = \frac{100}{7} = 14,28 \simeq 14,3\ k\Omega$

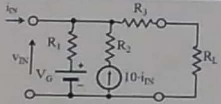
Elettronica T -Modulo 1
13-6-2017

Ritirato

A	B	C1	C2	Totale
/8	/6	/10	/8	

cognome	matricola
nome	firma

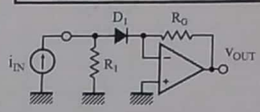
A Calcolare l 'impedenza di ingresso della rete di figura. Esplicitare i passaggi.



R_1=10KΩ
R_2=27KΩ
R_3=R_L=18KΩ
V_G=1.2V

B Sia dato un riferimento a zener. Sia V_Z=5.6V, $R_S \in$[950Ω…1050Ω], $V_{CC} \in$[9V…12V], $i_O \in$[0..3mA]. Calcolare la massima potenza dissipata sul diodo zener. Esplicitare i passaggi.

C1 Del circuito in figura disegnare la caratteristica ingresso-uscita per $i_{IN} \in$[-200μA..+200μA]. Si consideri l' OPAMP ideale. Esplicitare i passaggi.



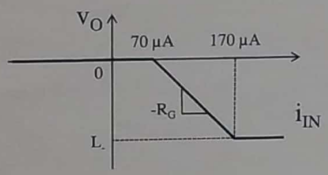
R_1=10KΩ
R_G=100KΩ
V_γ=0.7V
L_+=-L_-=10V

C2 Sia applicato in ingresso un segnale rettangolare con valor medio nullo, ampiezza 200μA_{PP} e periodo 10μs. Sapendo che l' OPAMP ha SR = 1.5 MV/s, tracciare l' andamento di $v_o(t)$ in un periodo del segnale di ingresso. Esplicitare i passaggi.

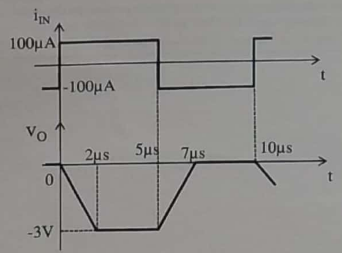
A 86 KΩ

B 38 mW

C1

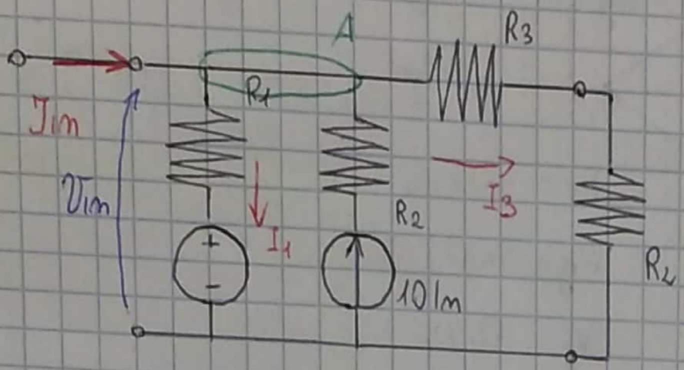


C2



13/6/2017

A



$R_1 = 10 k\Omega$

$R_2 = 27 k\Omega$

$R_3 = R_L = 18 k\Omega$

$V_g = 1,2\ v$

① Per trovare $Z_{in} = \frac{V_{in}}{I_{in}}$ spengo il generatore V_g e faccio LCK "A"

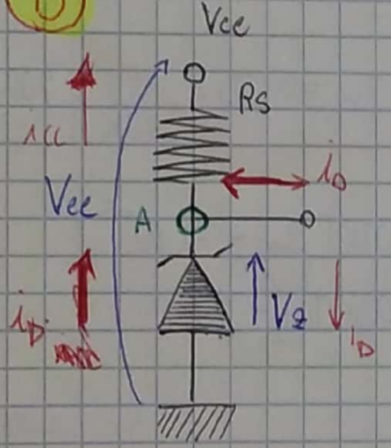
LCK "A" $I_{in} = I_1 + 10 I_{in} + I_3$ → esprimo I_1 ed I_3 come V/R

$$11 I_{in} = I_1 + I_3 = \frac{V_{in}}{R_1} + \frac{V_{in}}{R_1 + R_L} \Rightarrow I_{in} = \frac{23}{1980} V_{in}$$

② Quindi

$$Z_{in} = \frac{V_{in}}{I_{in}} = \cancel{V_{in}} \Big/ \cancel{V_{in}}\left[\frac{23}{1980}\right] = \frac{1980}{23} \simeq 86\ k\Omega$$

B



$V_{cc} \in [9, 12]\ v$

$R_S \in [950, 1050]\ \Omega$

$i_o \in [0, 3]\ mA$

$V_Z = 5,6\ v$

LCK "A" $i_{cc} = i_o + i_D \Rightarrow i_D = i_{cc} - i_o$

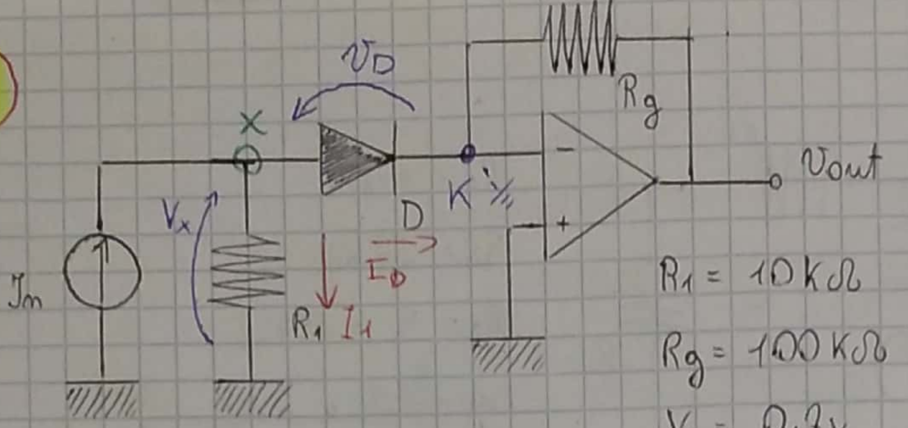
$$i_D = \frac{V_{cc} - V_Z}{R_S} - i_o$$

① Dato che

$$P_{DZ} = V_Z\, i_{DZ} = V_Z \cdot \left[\frac{V_{cc} - V_Z}{R_S} - i_o\right] \text{ allora } P_{DZ_{MAX}} \Rightarrow \begin{cases} V_{cc} = MAX \\ R_S = MIN \\ i_o = MIN \end{cases}$$

$$= 5,6 \cdot \left[\frac{12_v - 5,6_v}{950\Omega} - \varnothing_A\right] = 5,6 \cdot \frac{16}{2375} = 0,03\ W$$

C



$R_1 = 10\,k\Omega$

$R_g = 100\,k\Omega$

$V_\gamma = 0{,}7\,v$

$L_+ = -L_- = 10\,v$

① Suppongo Opamp Ideale in Hg
$v_D = 0$ e $i_+ = i_- = 0$

② L'opamp è un Convertitore i/v $\Longrightarrow$ $V_{out} = -R_g I_d$
ai capi del diodo ho il nodo X e il nodo K e posso considerare $V_K = 0 \equiv$ Massa virtuale

LCK "X" $I_{in} = I_1 + I_D$ con $I_1 = \dfrac{V_x}{R_1}$

③ (Hp) $D = ON \Rightarrow i_D > 0$ e $v_D = V_\gamma$

quindi $v_D = V_x - \underbrace{V_K}_{=\emptyset} = 0{,}7\,v \Rightarrow V_x = v_D + \overbrace{V_K}^{=\emptyset} = 0{,}7\,v \Rightarrow I_1 = \dfrac{0{,}7}{10K} = 7 \times 10^{-5}\,A$

④ Infine se $i_D = I_{in} - \underbrace{7 \times 10^{-5}}_{= i_1}$ allora $\boxed{\begin{aligned} V_{out} &= -100K\,[I_{in} - 7 \times 10^{-5}] \\ &= -100K\,I_{in} + 7 \end{aligned}}$

(HP) $D = OFF \Rightarrow i_D = 0$ e $v_D < 0 \Rightarrow V_{out} = -R_g\,i_D = 0$
finché $v_x \leq 0{,}7$ allora $V_{out} = 0$

- Dato che $V_x = R_1 \overbrace{I_{in}}^{= I_1}$ se $v_x \leq 0{,}7 \Rightarrow I_{in} \leq \dfrac{0{,}7}{R_1} = 70\,\mu A$

quindi se $I_{in} < 70\,\mu A \Rightarrow V_{out} = 0$

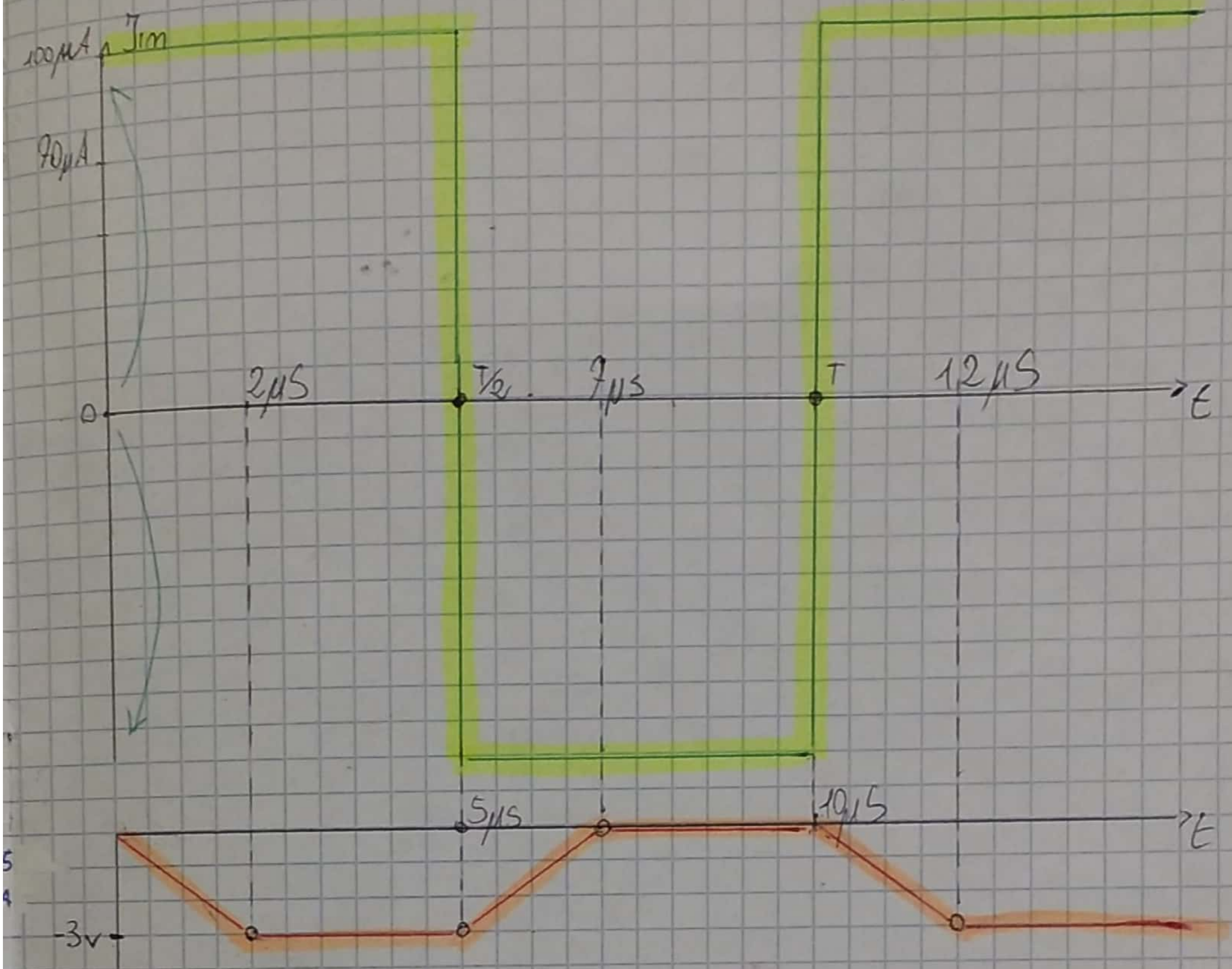
⑤ Scopro quando Satura.

Se $V_{out} = L_+ = -100K\,I_{in} + 7 \Rightarrow I_{in} = -30\,\mu A$ [Impossibile qui $V_{out} = 0$

Se $V_{out} = L_- = -100K\,I_{in} + 7 \Rightarrow I_{in} = +170\,\mu A$

C_2 $\quad$ Ampiezza$_{pp}$ = 200μA $\quad$ periodo = 10μS $\quad$ $SR = 1,5 \times 10^{6}$ V/S

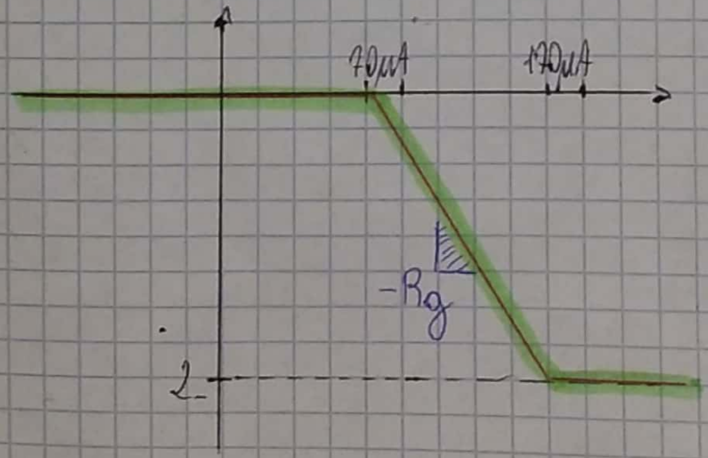
$I_{in} \in [-100\mu A, 100\mu A]$ $\quad$ $SR = 1,5$ V/μS



$V_{out} = 100K [I_{in} + 7 \times 10^{-5}]$ se $I_{in} = 100mA \Rightarrow V_{out} = -3$

$V_{out} = 0 \quad \forall I_{in} < 70 mA$

$V_{out} = 2$

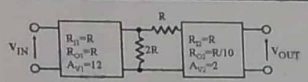


Elettronica T -Modulo 2
19-7-2013

A	B	C1	C2	Totale
/7	/8	/10	/8	

cognome	**matricola**
nome	**firma**

A Determinare il guadagno dell' amplificatore multistadio di figura. Esplicitare i passaggi



Guadagno $A = \frac{dV_{in}}{dV_{out}}$

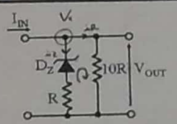
$$\frac{dV_{out}}{dV_{in}} = \frac{dV_{o1}}{dV_{in}} \cdot \frac{dV_{I2}}{dV_{o1}} \cdot \frac{dV_{out}}{dV_{I2}} = 6 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 = 6$$

$$\frac{dV_{out}}{dV_{I2}} = A_{V2} = 2$$

$$\frac{dV_{I2}}{dV_{o1}} = \frac{R}{R + (2R \,//\, (R+R))} = \frac{R}{R+R} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{dV_{o1}}{dV_{In}} = A_{V1} \cdot \frac{2R \,//\, (R+R)}{2R \,//\, (R+R) + R} = 12 \cdot \frac{R}{R+R} = 6$$

B Determinare la tensione V_{OUT}. Esplicitare i passaggi.



$V_Z = 5.6V$
$V_\gamma = 0.7V$
$R = 1K\Omega$
$I_{IN} = 1mA$

$$i_R = i_{IN} - i_z = 0,6mA$$

LKC V_x $\quad i_{IN} = i_z + i_R$

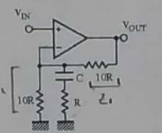
LKT $\quad R i_z + V_z = 10R\, i_R \longrightarrow R i_z + V_z = 10R(i_{IN} - i_z)$

$$i_z = \frac{10R\, i_{IN} - V_z}{11R} \cong 0,4mA$$

LKT

$$V_{out} = 10 \cdot R \cdot i_R = 10K\Omega \cdot 0,6mA = 6V$$

C1 Del circuito in figura determinare la funzione di trasferimento e tracciare i diagrammi di Bode (ampiezza e fase) indicando la posizione di eventuali poli e zeri.
Si supponga l' OPAMP in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.



$L_+ = -L_- = 10V$
$R = 10K\Omega$
$C = 10nF$
$A_V B = 1MHz$

$Hg. = V_d = 0V$

$$C + R = \frac{1 + j\omega RC}{j\omega C}$$

$$Z_2 = 10R \,//\, (C+R) = \frac{10R(1 + j\omega RC)}{1 + 11 j\omega RC}$$

$$V_{out} = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_2} V_{in} = \left(10R \cdot \frac{1 + 11 j\omega RC}{10R(1 + j\omega RC)} + 1\right) V_{in} = \frac{2 + 12 j\omega RC}{1 + j\omega RC} V_{in}$$

$$|H(j\omega)| = \frac{V_{out}}{V_{in}} = 2\,\frac{(1 + 6 j\omega RC)}{1 + j\omega RC}$$

$\omega \to 0 \quad = 20\log(2) \cong 6db$
$\omega \to \infty \quad = 20\log(2) + 20\log(6) \cong 21,58$

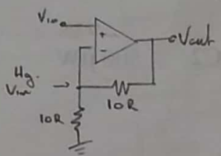
$\omega_p = \frac{1}{RC} \cong 10K\ rad/s$
$\omega_z = \frac{1}{6RC} \cong 1,6K\ rad/s$

$$\omega_{HF} = \frac{A_V B}{G} = \frac{A_V B}{|H(j\omega)|_{\omega=\infty}} = \frac{1MHz \cdot 2\pi}{12} \cong 523K\ rad/s$$

C2 Determinare la massima potenza erogata dall'OPAMP in condizioni statiche per $V_{IN} \in [-5V..5V]$. Esplicitare i passaggi.

C è un aperto

$$V_{out} = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_2} V_{in} = 2V_{in}$$



$P_{out} = V_{out} \cdot i_{out}$

$V_{out} - V_{in} = 10R \cdot i_{out}$

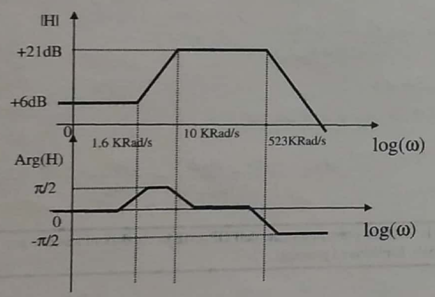
$$i_{out} = \frac{V_{out} - V_{in}}{10R} = \frac{V_{in}}{10R}$$

$$P_{out} = 2V_{in} \cdot \frac{V_{in}}{10R} = \frac{2V_{in}^2}{10R} \longrightarrow V_{in} = 5V \longrightarrow P_{out\,MAX} = 0,5mW$$

A $A_V=6$

B 6V

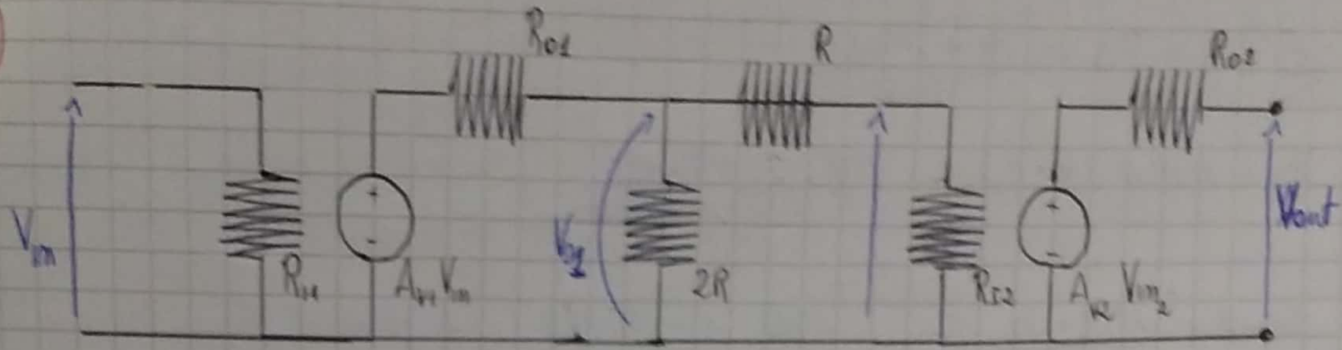
C1 $H(j\omega)=2\frac{1+j\omega 6RC}{1+j\omega RC}$



C2 500 μW

1/7/2013

A)



Guadagno = $A = \dfrac{dV_{out}}{dV_{in}}$

$$\frac{dV_{out}}{dV_{in}} = \frac{dV_{out}}{dV_{I2}} \cdot \frac{dV_{I2}}{dV_{o1}} \cdot \frac{dV_{o1}}{dV_{in}}$$

(1) $\dfrac{dV_{out}}{dV_{I2}} = 2 = A_{v2}$

(2) $\dfrac{dV_{I2}}{dV_{o2}} = \dfrac{d}{dV_{o2}}\left[\dfrac{(R+R_{I2})//2R}{R+(R+R_{I2})//2R}\right] = \dfrac{R}{R+R} = \dfrac{1}{2}$

(3) $\dfrac{dV_{o1}}{dV_{in}} = A_{v1} \cdot \left[\dfrac{(R+R_{I2})//2R}{R_{o1}+[(R+R_{I2})//2R]}\right] = 12 \cdot \dfrac{R}{R+R} = \dfrac{12}{2} = 6$

(4) $A = \dfrac{dV_{out}}{dV_{in}} = 2 \cdot \dfrac{1}{2} \cdot 6 = 6$

B) Visto che devo trovare V_{out} suppongo diodo in Scarica

D2 in Scarica = $i_2 > 0$; $V_{D2} = V_2 = 5{,}6\,v$

LCK "x" = $i_{in} = i_{D2} + i_R$

LTK "1" $R_{I2} + V_2 = 10R\,I_R \Rightarrow R_{I2} + V_2 = R10(I_{in} - I_2)$

$= 11R\,I_2 + V_2 = 10\,I_{in}$

$= I_2 = [10\,R\,I_{in} - V_2] \cdot \dfrac{1}{11R} = 0{,}4\,mA$

$V_{out} = 10\,I_R = 10R(I_{in} - 0{,}4\,mA) = 10K\Omega \cdot 0{,}6\,mA = 6V$

C1)

$$C + R = Z_S = \frac{1 + j\omega CR}{j\omega C}$$

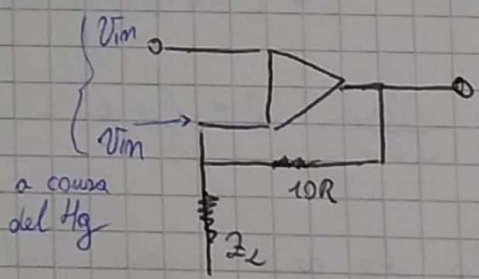
$$Z_L = 10R // (R + C) = 10R \cdot \frac{1 + j\omega CR}{1 + 11 j\omega CR}$$

$$V_{out} = \frac{10R + Z_L}{Z_L} V_{in} = \left(\cancel{10R} \cdot \frac{1 + 11 j\omega CR}{10R(1 + j\omega CR)} + 1 \right) V_{in}$$

$$= \frac{2 + 12 j\omega CR}{1 + j\omega RC} V_{in}$$

C2)

$$V_{out} = \frac{Z_L + 10R}{Z_L} V_{in} = 2 V_{in}$$



$$P_{out} = V_{out} I_{out}$$

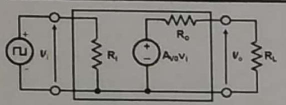
$$V_{out} - V_{in} = 10R I_{out} \Rightarrow I_{out} = \frac{V_{out} - V_{in}}{10R} = \frac{2V_{in} - V_{in}}{10R} = \frac{V_{in}}{10R}$$

$$P_{out} = V_{out} I_{out} = 2 V_{in} \cdot \frac{V_{in}}{10R} = \frac{2}{10R} V_{in}^2$$

Elettronica T -Modulo 2 **28-1-2016**		A	B1	B2	C	Totale
		10/10	12/12	5/5	/5	27

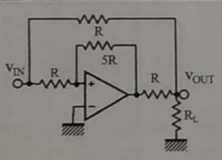
cognome [illegible]	**matricola** S0000659636
nome LUIGI FRANCESCO	**firma** [illegible]

A Sia dato l'amplificatore lineare in figura. Calcolare il rendimento nelle condizioni indicate. Esplicitare i passaggi.



V_i= SQW(0V , 1V , 1KHz , 50%)
R_i=500Ω, R_o=1KΩ, R_L=2KΩ
A_{V0}=3, V_{CC}=5V, I_{CC}=1mA, I_{GND}=1mA

B1 Sia dato il circuito a OPAMP di figura. Nell' ipotesi che l' OPAMP sia ideale, calcolare la relazione v_{OUT} - v_{IN} e tracciare la caratteristica statica per V_{IN}∈[-5V..5V]. Esplicitare i passaggi.



L_+= -L_-=10V
R=20KΩ
R_L=20KΩ

967·0,6
1

B2 Determinare l' impedenza di ingresso del circuito per V_{IN}=3V . Esplicitare i passaggi.

C Sia dato un ADC. Sapendo che la dinamica di ingresso è 5V, calcolare in numero minimo di bit affinché la risoluzione sia migliore di 1mV. Esplicitare i passaggi.

A. $\eta=20\%$

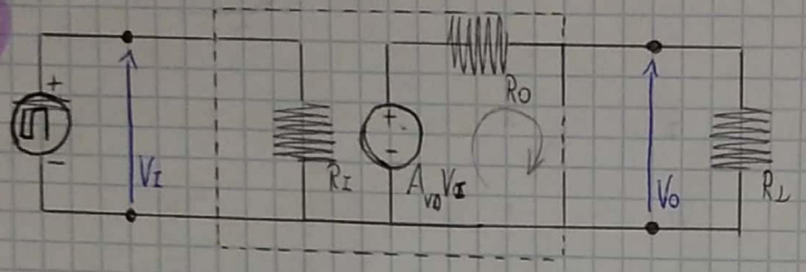
B1. $v_{OUT}=\frac{v_{IN}\pm 1}{3}$

B2. $Z_{IN}=24K\Omega$

C. $N=13$

28/11/2016

A1)



V_I = SQW[0,1, 1KHz, 50%]

R_I = 500 Ω ; V_{ee} = 5v

R_O = 1KΩ ; I_{ee} = 1mA

R_L = 2KΩ ; I_{evo} = 1mA

A_{vo} = 3 ;

$\eta = \left[\frac{P_O}{P_S}\right]\times 100 = \left[\frac{2mW}{5mW}\right]\times 100 = 40$

LKV "1" $A_{vo}V_I - R_O I_O - R_L I_O = 0$

$I_O = A_{vo}V_I / (R_O + R_L)$

con $P_S = V_{ee} I_{ee} = 5v \cdot 1mA = 5mW$

$A_{vo}V_I = \begin{cases} 3 \text{ se } V_I = 1 \\ 0 \text{ se } V_O = 1 \end{cases}$

$V_I = 0.5v$

$A_{vo}V_I = 3v$

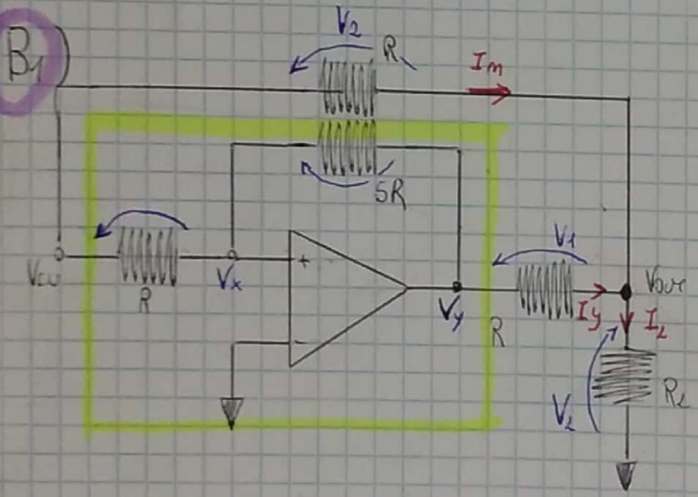
$I_O = 3/3000 = 1\times 10^{-3} A$

$I_O = [3-0]/(R_O+R_L) = 1mA$

$V_O = 2v$

Quindi, sapendo che $I_O = 1mA \Rightarrow V_O = 2v \Rightarrow P_O = V_O I_O = 2mW$

B1)



$L_+ = 10v = -L_-$

$R = 20K\Omega$

$R_L = 20K\Omega$

Suppongo Opamp Ideale ($i_+ = i_- = 0$) in HF ($V_d = 0$)

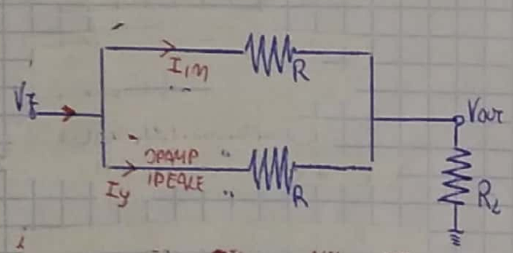
• Trovare $V_{out} - V_{in}$ se $V_{in} \in [5v; -5v]$

V_y =

LKC "out" $I_m + I_y = I_L$

$I_L = V_{out}/R_L$ $I_y = \frac{V_y - V_{out}}{R}$ $I_m = \frac{V_{in} - V_{out}}{R}$

Dal grafo Rivisto si ha che.



Sapendo che

$I_m + I_y = I_L \Rightarrow I_m + I_y - I_L = 0$

Quindi con $R_L = R$

$\frac{V_{in} - V_{out}}{R} + \frac{V_y - V_{out}}{R} = \frac{V_{out}}{R}$

$\frac{V_{in}}{R} = \frac{V_{out}}{R} - \frac{V_y}{R} + \frac{V_{out}}{R} + \frac{V_{out}}{R}$

$V_{in} = 3V_{out} - V_y \Rightarrow V_{out} = \frac{V_{in} + V_y}{3}$

Per $V_y = \pm 10 \Rightarrow V_{out} = V_{in}$

Siccome $V_{TH} = L_- \cdot \left(-R_2/R_1\right) = -10\left(-1R/5R\right) = 2v$

$V_{TL} = L_+ \left(-R_2/R_1\right) = 10\left(-1R/5R\right) = -2v$

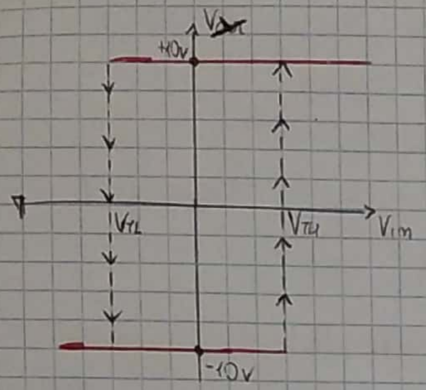
$V_{TH} = 2v$

$V_{TL} = -2v$

per cui $V_x = L_+ \quad \forall \; V_{IN} > 2v$

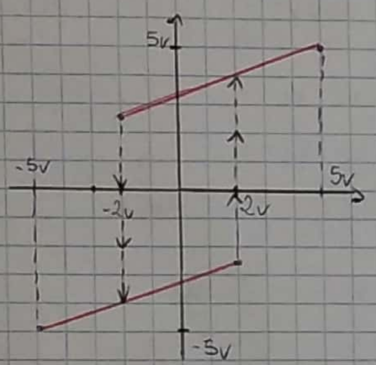
$V_x = L_- \quad \forall \; V_{IN} < -2v$

quindi $\begin{cases} V_{OUT} = \dfrac{(L_-) + V_{IN}}{3} & \text{se } 2 < V_{in} \leq 5 \\ V_{OUT} = \dfrac{(L_+) + V_{IN}}{3} & \text{se } -5 < V_{in} < +2 \end{cases}$

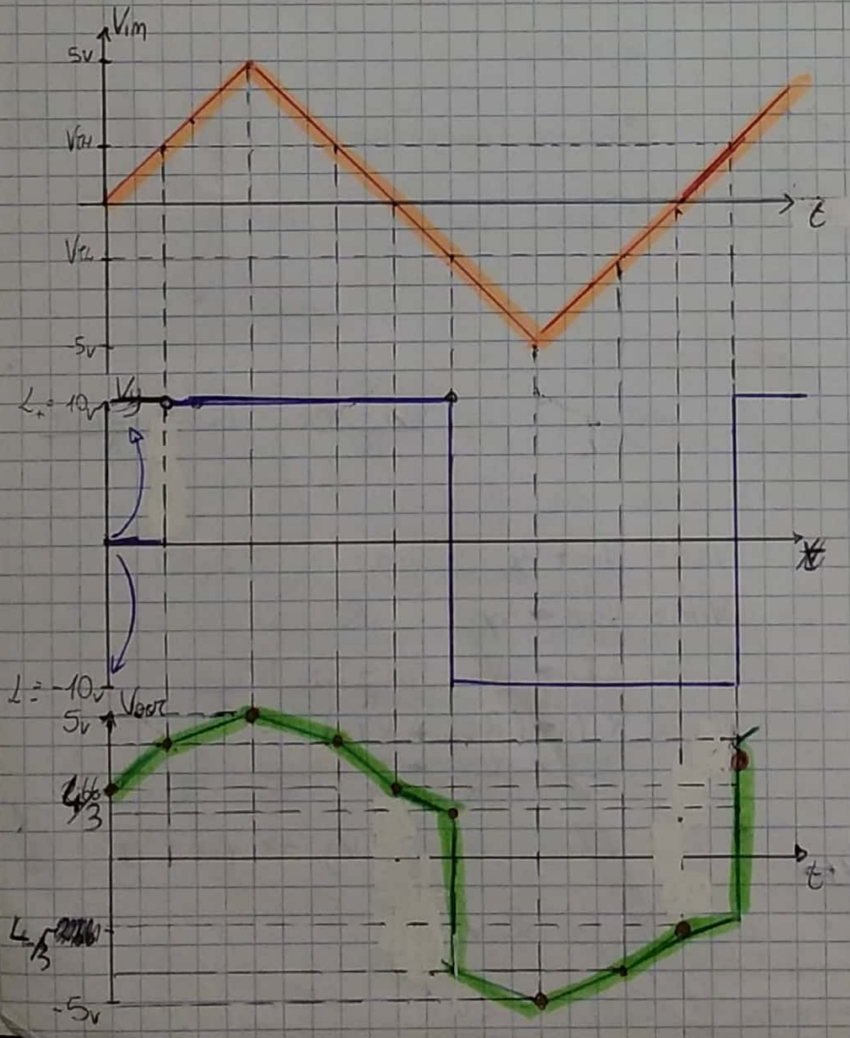


CASO L_+ $\begin{cases} V_{IN} = -2v \rightarrow V_{OUT} = \dfrac{10-2}{3} = \dfrac{8}{3} = 2{,}66v \\ V_{IN} = 5v \rightarrow V_{OUT} = \dfrac{10+5}{3} = 5v \end{cases}$

CASO L_- $\begin{cases} V_{in} = 2v \rightarrow V_{OUT} = \dfrac{10+2}{3} = -\dfrac{8}{3} = -2{,}66v \\ V_{in} = -5v \rightarrow V_{OUT} = \dfrac{10-5}{3} = -5v \end{cases}$



D)



B2) Si ha che $Z_{IN} = \frac{V_{IN}}{I_{in}}$ si ha che $i_{in} = i_y + i_1$ quindi

$i_{in} = \frac{V_{in} - L}{R + 5R} + \frac{V_{in} - V_{out}}{R}$ quindi

$$i_{in} = \frac{V_{in}}{6R} - \frac{10}{6R} + \frac{V_{in}}{R} - \frac{V_{out}}{R} \qquad -\left[\frac{V_{IN}+L}{3}\right] = -\frac{V_{in}}{3} - \frac{L}{3}$$

$$= \frac{V_{in}}{6R} - \frac{10}{6R} + \frac{V_{in}}{R} - \frac{V_{in}+L}{3R}$$

$$= \frac{V_{in}}{6R} - \frac{5}{3R} + \frac{V_{in}}{R} - \frac{V_{in}}{3R} - \frac{10}{3R}$$

$$= \frac{1}{R}\left[\frac{V_{in} + 6V_{in} - 2V_{in} - 10}{6} - \frac{10}{3}\right]$$

$$= \frac{1}{R}\left[\frac{5V_{in} - 10}{6} + \frac{10}{3}\right]$$ con $V_{in} = 3V$ allora $i_{in} = 1,25 \times 10^{-4}$

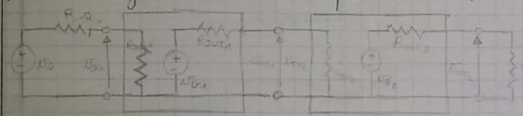
Quindi

$$Z_{in} = \frac{V_{in}}{i_{in}} = \frac{3}{1,25 \times 10^{-4}} = 24 k\Omega$$

C) Dato un ADC. Sapendo che in input ho 5V, calcolare numero minimo di bit per una risoluzione migliore di ~~...~~ 1mV

ESAME 20/11/2010

A) Si considerino due stadi lineari collegati in cascata.
Siano $R_{IN_1} = 500\Omega$, $R_{OUT_1} = 50\Omega$, $A_{vOUT_1} = 120$, $R_{IN_2} = 100\Omega$, $R_{OUT_2} = 5\Omega$, $A_{vOUT_2} = 250$.
Calcolare il guadagno $\frac{dv_{OUT_2}}{dv_{IN_1}}$ quando all'ingresso del primo stadio viene collegata una sorgente con impedenza di uscita pari a 50Ω e all'uscita del secondo viene collegato un carico pari a 20Ω.



$v_{G_1} = A_{vOUT_1} v_{IN_1}$

$v_{G_2} = A_{vOUT_2} v_{IN_2}$

$$\frac{dv_{OUT_2}}{dv_{IN_1}} = \frac{dv_{OUT_2}}{dv_{IN_2}} \cdot \frac{dv_{OUT_1} = dv_{IN_2}}{dv_{IN_1}}$$

$$v_{OUT_2} = v_{G_2} \cdot \frac{R_L}{R_{OUT_2} + R_L} = 250\, v_{IN_2} \cdot \frac{20}{20+5} = 200\, v_{IN_2}$$

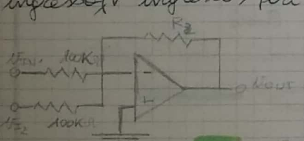
$$\frac{dv_{OUT_2}}{dv_{IN_2}} = 200$$

$$v_{OUT_1} = v_{G_1} \cdot \frac{R_{IN_2}}{R_{OUT_1} + R_{IN_2}} = 120\, v_{IN_1} \cdot \frac{100}{100+50} = 80\, v_{IN_1}$$

$$\frac{dv_{OUT_1}}{dv_{IN_1}} = 80$$

$$\frac{dv_{OUT_2}}{dv_{IN_1}} = A_v = 200 \cdot 80 = 16000$$

B) Si progetti un circuito sommatore ad OPAMP che abbia le seguenti caratteristiche: 2 ingressi, impedenza di ingresso ($\forall$ ingresso) pari a $100K\Omega$, guadagno -5.

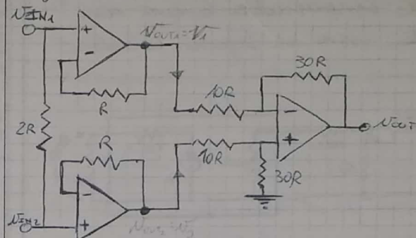


$$v_{OUT} = -\frac{R_2}{R_1}(v_{IN_1} + v_{IN_2})$$

$$\frac{v_{OUT}}{v_{IN_1} + v_{IN_2}} = -5$$

$$R_2 = -\frac{R_1 v_{OUT}}{v_{IN_1} + v_{IN_2}} = -R_1 A_V = (-100k)(-5) = [illegible]$$

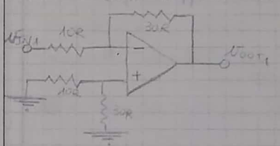
C) Del circuito in figura determinare la relazione ingressi/uscite



Applico la sovrapposizione degli effetti

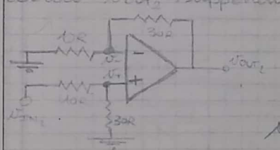
$v_{OUT} = v_{OUT_1} + v_{OUT_2}$

Calcolo v_{OUT_1} supponendo $v_{IN_2} = 0V$.



$$v_{OUT_1} = -\frac{30R}{10R} v_{IN_1} = -3 v_{IN_1}$$

Calcolo v_{OUT_2} supponendo $v_{IN_1} = 0V$



Ipotizzo che l'opamp sia in alto guadagno $\Rightarrow v_D = 0V \Rightarrow v_+ = v_-$

$$v_- = v_{OUT_2} \frac{10R}{10R+30R} = 0.25\, v_{OUT_2}$$

$$v_+ = v_{IN_2} \cdot \frac{30R}{10R+30R} = 0.75\, v_{IN_2}$$

$$0.25\, v_{OUT_2} = 0.75\, v_{IN_2}$$

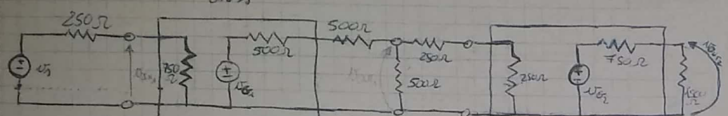
$$v_{OUT_2} = \frac{0.75}{0.25} v_{IN_2} = 3 v_{IN_2}$$

Quindi

$$v_{OUT} = v_{OUT_1} + v_{OUT_2} = -3 v_{IN_1} + 3 v_{IN_2} = 3(v_{IN_2} - v_{IN_1})$$

ESAME 22/12/2011

A) Si considerano due stadi amplificatori lineari non ideali collegati in cascata come in figura. Calcolare il guadagno $\frac{dv_{OUT}}{dv_S}$.



$v_{G_1} = A_{v_1} \cdot v_{IN_1} = 100\, v_{IN_1}$

$v_{G_2} = A_{v_2} \cdot v_{IN_2} = 500\, v_{IN_2}$

$\frac{dv_{OUT}}{dv_S} = \frac{dv_{OUT_2}}{dv_{IN_2}} \cdot \frac{dv_{IN_2}}{dv_{OUT_1}} \cdot \frac{dv_{OUT_1}}{dv_{IN_1}} \cdot \frac{dv_{IN_1}}{dv_S}$

$v_{OUT_2} = v_{G_2} \cdot \frac{R_L}{R_{OUT_2} + R_L} = 500\, v_{IN_2} \cdot \frac{1500}{1500 + 750} = \frac{1000}{3} v_{IN_2}$

$\frac{dv_{OUT_2}}{dv_{IN_2}} = \frac{1000}{3}$

$v_{IN_1} = v_S \cdot \frac{R_{IN_1}}{R_S + R_{IN_1}} = v_S \cdot \frac{750}{750 + 250} = 0.75\, v_S$

$\frac{dv_{IN_1}}{dv_S} = 0.75$

$v_{OUT_1} = v_{G_1} \cdot \frac{500 \,//\, (250 + R_{IN_2})}{R_{OUT_1} + 500 + 500 \,//\, (250 + R_{IN_2})} = \frac{\frac{500 \cdot 500}{500 + 500}}{500 + 500 + \frac{500 \cdot 500}{500 + 500}} v_{G_1}$

$= \frac{250}{1250} v_{G_1} = 0.20\, v_{G_1} = 20\, v_{IN_1}$

$\frac{dv_{OUT_1}}{dv_{IN_1}} = 20$

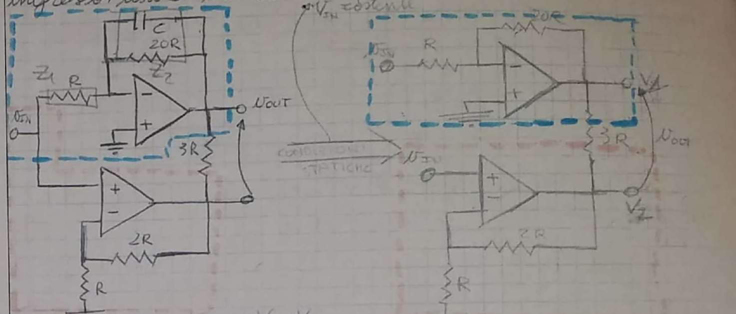
$v_{IN_2} = v_{OUT_1} \cdot \frac{250}{500 \,//\, (250 + R_{IN_2}) + R_{IN_2}} = \frac{250}{\frac{500 \cdot 500}{500 + 500} + 250} v_{OUT_1} = 0.5\, v_{OUT_1}$

$\frac{dv_{IN_2}}{dv_{OUT_1}} = 0.5$

$\frac{dv_{OUT}}{dv_S} = \frac{1000}{3} \cdot 0.5 \cdot 20 \cdot 0.75 = 2500$

C1) Del circuito in figura determinare la relazione ingresso/uscita statica.

c = aperto
V_{IN} costante



$v_{OUT} = V_1 - V_2$

Applico il principio della sovrapposizione degli effetti

$v_{OUT} = v_{OUT_1} + v_{OUT_2}$.

Considero $v_{IN_2} = 0$ per calcolare v_{OUT_1}.

Si ha un opamp invertente.

$v_{OUT_1} = -\frac{R_2}{R_1} v_{IN} = -\frac{20R}{R} v_{IN} = -20\, v_{IN} = V_1 - V_2$

Considero $v_{IN_1} = 0$ per calcolare v_{OUT_2}

Si ha un opamp non invertente

$v_{OUT_2} = -\left(\frac{R_2 + R_1}{R_2}\right) v_{IN} = -\left(\frac{2R + R}{R} \cdot v_{IN}\right) = -3\, v_{IN} = V_1 - V_2$

Quindi

$v_{OUT} = v_{OUT_1} + v_{OUT_2} = -20\, v_{IN} - 3\, v_{IN} = -23\, v_{IN}$

C2) Si determini la funzione di trasferimento del circuito e si traccino i diagrammi di Bode.

Applico il principio della sovrapposizione degli effetti

Considero $v_{IN} = 0$ per calcolare v_{OUT_1} ⇒ invertente

$v_{OUT_1} = V_1 - V_2 = V_1 = -\frac{Z_2}{Z_1} v_{IN} =$

$Z_1 = R$

$Z_2 = Z_C // R_2 = \frac{\frac{1}{j\omega C} \cdot R_2}{R_2 + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{\frac{R_2}{j\omega C_2}}{\frac{1+j\omega C R_2}{j\omega C}} = \frac{R_2}{1+j\omega C R_2}$

$v_{OUT_1} = -\frac{\frac{R_2}{1+j\omega C R_2}}{R_1} v_{IN} = -\frac{10}{1+20 j\omega C R} v_{IN}$

Considero $v_{IN}=0$ per calcolare v_{OUT_1} $\Rightarrow$ non invertente

$v_{OUT_2} = V_1 - V_2 = -V_2 = -\frac{R_1+R_2}{R_2} v_{IN} = -3 v_{IN}$

Quindi

$v_{OUT} = -\frac{20}{1+20 j\omega C R} v_{IN} - 3 v_{IN} = -\left(\frac{20 + 3(1+20 j\omega C R)}{1+20 j\omega C R}\right) v_{IN} =$

$= -\frac{23 + 60 j\omega C R}{1+20 j\omega C R} v_{IN} = -23 \frac{1+\frac{60}{23} j\omega C R}{1+20 j\omega C R} v_{IN}$

fdt

$H(j\omega) = -\frac{23+60 j\omega C R}{1+20 j\omega C R}$

$\omega = 0 \longrightarrow |H(0)|_{db} = 20 \log(23) \cong 27.2 db$

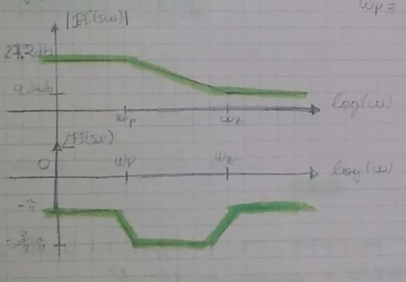
$\omega \to \infty \longrightarrow |H(\infty)|_{db} = 20 \log\left(\frac{60}{20}\right) \cong 9.54 db$

$\omega \to 0 \longrightarrow \arg(H(j\omega)) = -\pi$

Considerando $R=1\Omega$ e $C=1F$, si ha

$\omega_z = \frac{23}{60 C R} = \frac{23}{60}$

$\omega_p = \frac{1}{20 C R} = \frac{1}{20}$



ESAME 13/01/2011

A) Un amplificatore ha la seguente relazione ingresso-uscita: $v_{OUT} = a v_{IN}^3 + b v_{IN} + 13V$.
Determinare i parametri "a" e "b" in modo che per $v_{IN}=1V$ sia $v_{OUT}=0V$ e $A_v=10$:

$A_v = \frac{d v_{OUT}}{d v_{IN}} = 3a v_{IN}^2 + b$

$10 = 3a v_{IN}^2 + b \Longrightarrow 10 = 3a + b \Longrightarrow b = 10 - 3a$

$v_{OUT} = a v_{IN}^3 + (10-3a) v_{IN} + 13V$

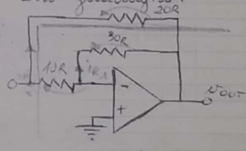
$0V = a(1)^3 + (10-3a)(1) + 13V$

$a + 10 - 3a + 13V = 0$

$2a = 23 \Longrightarrow a = \frac{23}{2} = 11.5V^{-2}$

$b = 10 - 3a = 10 - (11.5)(3) = -24.5V^0$

B) Si calcoli l'impedenza di ingresso del circuito in figura. Si consideri l'OPAMP ideale ed operante in alto guadagno.



$v_{OUT} = -\frac{30R}{10R} v_{IN} = -3 v_{IN}$

$Z_{IN} = \frac{v_{IN}}{i_{IN}}$

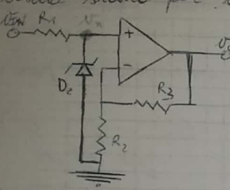
$i_{IN} = \frac{v_{IN} - v_{OUT}}{R_1 + R_2} + \frac{v_{IN} - v_{OUT}}{R_3} =$

$= \frac{v_{IN} - (-3 v_{IN})}{R_2 + R_1} + \frac{v_{IN} - 3 v_{IN}}{R_3} = +\frac{1}{10} v_{IN} + \frac{1}{5} v_{IN} =$

$= \frac{3}{10} v_{IN}$

$\frac{v_{IN}}{i_{IN}} = \frac{v_{IN}}{\frac{3}{10} v_{IN}} = \frac{10}{3}$

1) Dal circuito in figura determinare la relazione ingresso-uscita statica per $v_{IN} \in [-5V, 5V]$.



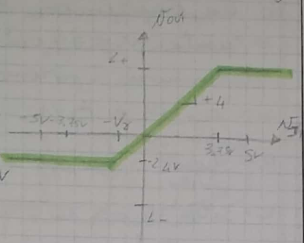
$R_1 = 12K\Omega$

$R_2 = 5K\Omega$

$R_3 = 15K\Omega$

$V_\gamma = 0.6V$

$L_+ = -L_- = 15V$



D_z spento

$$v_{OUT} = \frac{R_3 + R_2}{R_2} v_{IN} = 4 v_{IN}$$

$$L_+ = 15 = v_{OUT} \Rightarrow v_{IN} = \frac{15}{4} = 3.75V$$

$$v_{OUT} = 4 v_x = -4 V_\gamma = -4(0.6) = -2.4V$$

D_z acceso — cioè v_x dal morsetto "+"

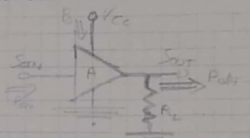
$$\begin{cases} v_{OUT} = \frac{R_3 + R_2}{R_2} v_x \\ v_x = -V_\gamma = -0.6V \end{cases}$$

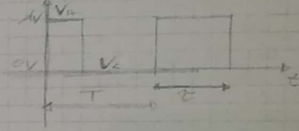
$$v_{OUT} = \frac{R_3 + R_2}{R_2} v_x = -2.4V$$

ESAME 27/01/2011

A) Un amplificatore lineare ideale ha guadagno 5 ed è caricato con una resistenza da 100Ω.
Calcolare il suo rendimento quando all'ingresso viene applicato un segnale onda quadra con $V_H = 1V$, $V_L = 0V$ duty cycle 50%.
La corrente di alimentazione è pari a 20mA e la tensione di alimentazione è 15V.

$$\eta \triangleq \frac{P_{OUT}}{P_S} \%$$





$$D_C = \frac{\tau}{T} \% 50\% \Rightarrow D_C = \frac{\tau}{T} = 0.5$$

$P_{OUT} = v_{OUT} \cdot i_{OUT}$

$P_S = V_{CC} \cdot I_{CC} = 15V \cdot 20mA = 0.3W$

$$i_{OUT} = \frac{v_{OUT}}{R_L} = \frac{v_{OUT}}{100\Omega}$$

$$A_V = \frac{dv_{OUT}}{dv_{IN}} = 5$$

$dv_{OUT} = 5\, dv_{IN}$

$v_{OUT} = 5 v_{IN}$

$$P_{OUT_L} = (5 \cdot V_L) \cdot \frac{(5V_L)}{100\Omega} = 0W$$

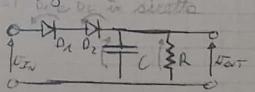
$$P_{OUT_H} = (5 \cdot V_H) \cdot \frac{(5V_H)}{100\Omega} = 0.25W$$

$$P_{OUT_M} = \frac{P_{OUT_H} - P_{OUT_L}}{2} = \frac{0.25W - 0W}{2} = 0.125W$$

$$\eta = \frac{P_{OUT_M}}{P_S} \% = \frac{0.125W}{0.3W} \% = [illegible]$$

B) Si dimensioni C in modo che il ripple in uscita dal circuito di figura sia inferiore o uguale a 100mV.

D_1 e D_2 in diretta



$V_\gamma = 0.6V$

$R = 100\Omega$

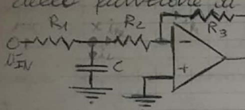
$$V_{RIPPLE} = \frac{V_P}{C \cdot f \cdot R} \leq 100mV$$

$$C \geq \frac{V_P}{R \cdot f \cdot V_{RIPPLE}} = \frac{V_P}{100 \cdot 100m \cdot 50} = \frac{V_P}{500}$$

$v_{IN} = 10V \sin(2\pi \cdot 50 \cdot t)$ $V_P = \max(v_{IN}) - v_{D_1} - v_{D_2} = 10 - 0.6 - 0.6 = 8.8V$

$$C \geq \frac{V_P}{500} = \frac{8.8V}{500} = [illegible]$$

c) Del circuito in figura determinare l'espressione della funzione di trasferimento.



$v_{OUT} = -\frac{R_3}{R_2} v_x$

Ipotizzo opamp ideale e in alto guadagno

$\otimes$ $i_{IN} = i_C + i_{R_2}$

$\frac{v_{IN} - v_x}{R_1} = \frac{v_x - V_{-}}{R_2} + \frac{v_x - 0V}{Z_C}$

$\frac{v_{IN}}{R_1} - \frac{v_x}{R_1} = \frac{v_x}{R_2} + \frac{v_x}{Z_C} \Longrightarrow v_x\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{Z_C}\right) = \frac{v_{IN}}{R_1}$

$v_x\left(\frac{Z_C R_2 + Z_C R_1 + R_1 R_2}{R_1 R_2 Z_C}\right) = \frac{v_{IN}}{R_1}$

$v_x = \frac{v_{IN}}{\cancel{R_1}}\left(\frac{\cancel{R_1} Z_C R_2}{Z_C R_2 + Z_C R_1 + R_1 R_2}\right) = \frac{R_2 \cdot \frac{1}{j\omega C}}{\frac{R_1}{j\omega C} + \frac{R_2}{j\omega C} + R_1 R_2} v_{IN} = \frac{\frac{R_2}{j\omega C}}{\frac{R_1 + R_2 + j\omega C R_1 R_2}{j\omega C}} =$

$= \frac{R_2}{R_1 + R_2 + j\omega C R_1 R_2} v_{IN}$

$v_{OUT} = -\frac{R_3}{R_2} v_x = -\frac{R_3}{\cancel{R_2}} \frac{\cancel{R_2}}{R_1 + R_2 + j\omega C R_1 R_2} v_{IN} = -\frac{R_3}{R_1 + R_2 + j\omega C R_1 R_2} v_{IN}$

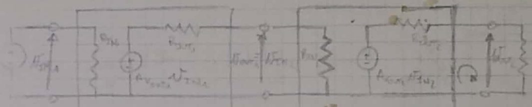
[illegible]

ESAME 17/02/2011

A) Si considerino due stadi amplificatori lineari collegati in cascata.

Siano $R_{IN_1} = 50\Omega$; $R_{OUT_1} = 1K\Omega$; $R_{IN_2} = 10K\Omega$; $R_{OUT_2} = 2\Omega$; $A_{VOUT_2} = 0.95$.

Calcolare il valore di $A_{V_{IN_1}}$ in modo che quando all'uscita del secondo viene collegato un carico pari a 10Ω, il guadagno $\frac{dv_{OUT_2}}{dv_{IN_1}}$ risulti 100.



$\frac{dv_{OUT_2}}{dv_{IN_1}} = \frac{dv_{OUT_2}}{dv_{IN_2}} \cdot \frac{dv_{OUT_1}}{dv_{IN_1}} = 100$

$v_{OUT_2} = A_{VOUT_2} \cdot \frac{R_L}{R_{OUT_2} + R_L} v_{IN_2} = 0.95 \cdot \frac{10}{10+2} v_{IN_2} \simeq 0.79 v_{IN_2}$

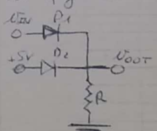
$\frac{dv_{OUT_2}}{dv_{IN_2}} = 0.79$

$v_{OUT_1} = A_{VOUT_1} \cdot \frac{R_{IN_2}}{R_{OUT_1} + R_{IN_2}} v_{IN_1} = A_{VOUT_1} \cdot \frac{10K}{1K + 10K} v_{IN_1} \simeq 0.91 A_{VOUT_1} v_{IN_1}$

$\frac{dv_{OUT_1}}{dv_{IN_1}} = 0.91 A_{VOUT_1}$

$0.79 \cdot 0.91 A_{VOUT_1} = 100 \Longrightarrow$ [illegible] $\frac{100}{0.79 \cdot 0.91} \simeq$ [illegible]

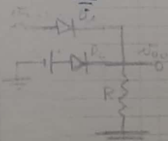
B) Si tracci la caratteristica statica v_{IN}-v_{OUT} del circuito in figura.



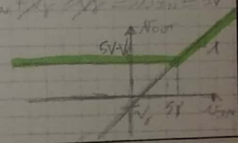
[illegible] $\Longrightarrow$ [illegible] $= v_{IN} - v_{D_1}$ [illegible]

Quando [illegible] si [illegible], cioè quando la ddp ai suoi capi è $\geq V_\gamma$, cioè quando

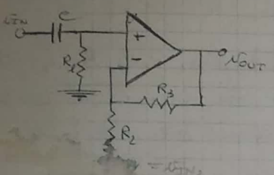
$\begin{cases} 5V - v_{OUT} \geq V_\gamma \\ v_{OUT} = v_{IN} - V_\gamma \end{cases} \Longrightarrow 5V - v_{IN} + \cancel{V_\gamma} \geq \cancel{V_\gamma} \Rightarrow v_{IN} \leq 5V$



si ha [illegible]



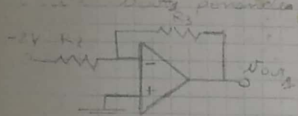
C) Dal circuito in figura determinare la relazione ingresso/uscita.



Applico il principio della sovrapposizione degli effetti.

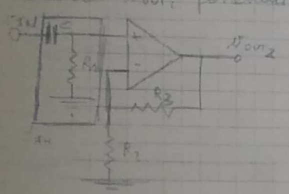
$v_{OUT} = v_{OUT_1} + v_{OUT_2}$

Trovo v_{OUT_1} ponendo $v_{IN} = 0V$.



$v_{OUT_1} = -\frac{R_3}{R_2}(-2V) = 2V \frac{R_3}{R_2}$

Calcolo v_{OUT_2} ponendo $v_{IN_2} = 0V$.



$v_+ = \frac{R_1}{\frac{1}{j\omega C} + R_1} v_{IN} = \frac{j\omega C R_1}{1 + j\omega C R_1} v_{IN}$

$v_- = \frac{R_2}{R_2 + R_3} v_{OUT_2}$

Considerando l'opamp in alto guadagno si ha $v_+ = v_-$

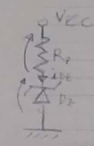
$v_{OUT_2} = \frac{R_3 + R_2}{R_2} \frac{j\omega C R_1}{1 + j\omega C R_1} v_{IN}$

Quindi si ha:

$v_{OUT} = 2V \frac{R_3}{R_2} + \frac{R_3 + R_2}{R_2} \frac{j\omega C R_1}{1 + j\omega C R_1} v_{IN}$

ESAME 24/01/2012

A) Sia dato un riferimento di tensione a Zener con uscita $V_{REF} = 5.6V$. Qual è il massimo valore della resistenza di polarizzazione se il diodo richiede una corrente minima di scarica di $100\mu A$, il carico può assorbire una corrente massima di 12mA ed il circuito è alimentato a 9V? Qual è la massima potenza dissipata sul diodo Zener?



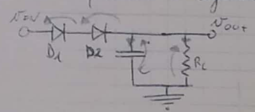
$P_{DZ\,MAX} = i_{DZ} \cdot V_D$

Ipotizzo D_Z in scarica $\rightarrow V_{DZ} = V_{REF} = 5.6V$

$R_P = \frac{v_{IN} - V_{REF}}{12m - 100\mu} = \frac{9 - 5.6}{12m - 100\mu} = 285\Omega$

$P_{DZ\,MAX} = V_{DZ} \cdot 12mA = 5.6 \cdot 12mA = 67.2\,mW$

B) Si consideri il circuito in figura. Si calcoli il valore minimo di C in modo che il ripple sovrapposto a v_{OUT} sia inferiore o uguale a 200mV.



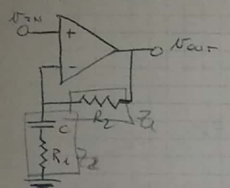
$V_\gamma = 0V$

$2.7K\Omega \le R_L \le 10K\Omega$

$v_{IN} = 10V \sin(2\pi 50 t)$

D_1 e D_2 in diretta

(1) Del circuito in figura, determinare la funzione di trasferimento e tracciare i diagrammi di Bode indicando la posizione di poli, zeri e asintoti.
Si consideri l'opamp in alto guadagno e ideale.



$R_1 = 1K\Omega$

$C = 100nF$

$R_2 = 27K\Omega$

$L_+ = -L_- = 15V$

Amplificatore non invertente

$$H(j\omega) = \frac{dv_{OUT}}{dv_{IN}} = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_2}$$

$Z_1 = R_2$

$$Z_2 = C + R_1 = \frac{1}{j\omega C} + R_1 = \frac{1 + j\omega C R_1}{j\omega C}$$

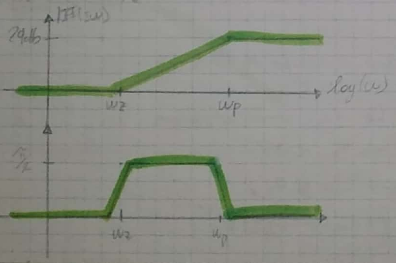
$$H(j\omega) = \frac{R_2 + \frac{1 + j\omega C R_1}{j\omega C}}{\frac{1 + j\omega C R_1}{j\omega C}} = \frac{\frac{1 + j\omega C R_1 + j\omega C R_2}{\cancel{j\omega C}}}{\frac{1 + j\omega C R_1}{\cancel{j\omega C}}} = \frac{1 + j\omega C(R_1 + R_2)}{1 + j\omega C R_1}$$

$$|H(j\omega)|_{\omega=0} = 20\log(1) = 0db$$

$$H(j\omega)|_{\omega\to\infty} = 20\log\left(\frac{C(R_1+R_2)}{CR_1}\right) \triangleq 29db$$

$$\omega_z = \frac{1}{C(R_1+R_2)} = \frac{1}{100n \cdot 28K} = 357.14\ \frac{rad}{s}$$

$$\omega_p = \frac{1}{CR_1} = \frac{1}{100n \cdot 1K} = 10K\ \frac{rad}{s}$$



(2) Sia ora $v_{IN} = 1V + V_M \sin(\omega t)$. Si determini il valore massimo di V_M che garantisca il funzionamento in alto guadagno dell'opamp a qualsiasi frequenza.

Alto guadagno $\Longrightarrow v_D = 0 \Longrightarrow v_+ = v_- \Longrightarrow v_- = v_{IN}$

ESAME 17/02/2012

A) Sia dato un amplificatore caratterizzato dalla seguente relazione: $v_{OUT} = a \cdot v_{IN}^3 + b \cdot v_{IN}^2 + 10V$.
Si calcolino i parametri "a" e "b" in modo che per $v_{IN} = 2V$ sia $A_V = 0$ e $v_{OUT} = 2V$.

$A_V = \frac{dv_{OUT}}{dv_{IN}} = 0$

$\frac{dv_{OUT}}{dv_{IN}} = 3a\, v_{IN}^2 + 2b\, v_{IN} = 0$

$v_{IN} = 2 \longrightarrow 12a + 4b = 0$

$b = -3a$

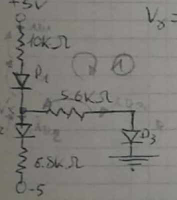
$v_{OUT} = a \cdot v_{IN}^3 - 3a\, v_{IN}^2 + 10V$

$2 = 8a - 12a + 10$

$4a = 8 \Longrightarrow a = 2V^{-2}$

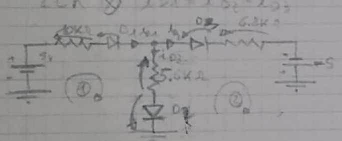
$b = -3a = -3 \cdot 2 = -6V^{-1}$

B) Si consideri il circuito in figura. Calcolare V_x.



$V_\gamma = 0,7$ Ipotizzo D_1, D_2, D_3 in diretto $\to V_{D} = V_\gamma = 0.7$

LCK ⊗ $i_{D1} = i_{D2} + i_{D3}$



LKV ① $5V - R_1 i_{D1} - v_{D1} - R_3 i_{D3} - v_{D3} = 0$

LKV ② $v_{D3} + R_3 i_{D3} - v_{D2} - R_2 i_{D2} - 5 = 0$

LKV ① $5V - R_1(i_{D2} + i_{D3}) - 2V_\gamma - R_3 i_{D3} = 0$

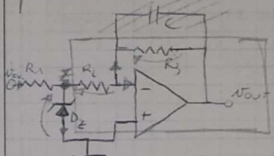
LKV ② $R_3 i_{D3} - R_2 i_{D2} - 5V - 2V_\gamma = 0$

$i_{D3} = \frac{R_2 i_{D2} + 5V + 2V_\gamma}{R_3}$

LKV ② $5V - R_1\left(i_{D2} + \frac{R_2 i_{D2} + 5V + 2V_\gamma}{R_3}\right) - 2V_\gamma - \cancel{R_3}\left(\frac{R_2 i_{D2} + 5V + 2V_\gamma}{\cancel{R_3}}\right) = 0$

$5V - R_1 i_{D2} - R_1\left(\frac{5V + 2V_\gamma + R_2 i_{D2}}{R_3}\right) - 2V_\gamma - R_2 i_{D2} - \cancel{5V} - 2V_\gamma = 0$

C1) Del circuito in figura determinare la funzione di trasferimento statica per $v_{IN} \in [5V, 5V]$. Tracciarne l'andamento nel piano v_{OUT}/v_{IN}.



$R_1 = R_2 = 10K\Omega$

$R_3 = 82K\Omega$

$C = 100nF$

$L_+/L_- = \pm 15V$

$V_Z = 3.9V$, $V_\gamma = 0.7V$

Essendo richiesta la fdt statica, C equivale a un aperto.

Quindi, essendoci un amplificatore invertente, si ha:

$v_{OUT} = -\frac{R_3}{R_2} v_x = -\frac{82K}{10K} v_x = -8.2\, v_x$

$v_Z = -\frac{1}{8.2} v_{OUT} \hat{=} -0.12\, v_{OUT}$

Suppongo l'opamp ideale: $i_+ = i_- = 0A \Longrightarrow i_{R_1} = i_{R_3}$

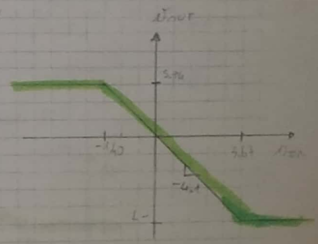
$v_Z = v_{IN} + (v_{OUT} - v_{IN}) \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3}$

$-0.12\, v_{OUT} = v_{IN} + 0.10\,(v_{OUT} - v_{IN})$

$-0.12\, v_{OUT} = v_{IN} + 0.10\, v_{OUT} - 0.10\, v_{IN}$

$-0.22\, v_{OUT} = 0.9\, v_{IN}$

$v_{OUT} = -\frac{0.9}{0.22} v_{IN} = -4.09\, v_{IN}$



Pongo l'opamp in saturazione.

$v_{OUT} = L_+ = 15V$

$v_{IN} = -\frac{0.22}{0.9} v_{OUT} = \frac{-0.22}{0.9} 15 \hat{=} -3.67$

$v_Z = -1.8V \to D_Z$ in interdizione

D_Z in diretto $\to v_Z = -0.7V$

$v_{OUT} = -8.20 \cdot (-0.7) = 5.74V$

$v_{IN} = -\frac{1}{-4.09}(5.74) = -1.40V$

(2) Supponendo sia applicato all'ingresso un segnale di ampiezza massima 1V, tracciare i diagrammi di Bode indicando la posizione di eventuali poli e zeri.

$$Z_2 = R_3 // C = \frac{10K \cdot \frac{1}{j\omega C}}{10K + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{\frac{10K}{j\omega C}}{\frac{1+10K j\omega C}{j\omega C}} = \frac{10K}{1+10K j\omega C} = \frac{R_3}{1+j\omega C R_3}$$

$$v_2 = -\frac{Z_1}{Z_2} v_{OUT} = -\frac{R_2}{Z_2} v_{OUT}$$

$$v_2 = v_{IN} + (v_{OUT} - v_{IN}) \frac{R_1}{R_1 + R_2 + Z_2}$$

$$-\frac{R_2}{Z_2} v_{OUT} = v_{IN} + \frac{R_1}{R_1 + R_2 + Z_2} v_{OUT} - \frac{R_1}{R_1 + R_2 + Z_2} v_{IN}$$

$$v_{OUT}\left(\frac{R_1}{Z_2} + \frac{R_1}{R_1 + R_2 + Z_2}\right) = v_{IN}\left(\frac{R_1}{R_1 + R_2 + Z_2} - 1\right)$$

$$v_{OUT}\left(\frac{R_1}{Z_2} + \frac{R_1}{2R_1 + Z_2}\right) = v_{IN}\left(\frac{R_1}{2R_1 + Z_2} - 1\right)$$

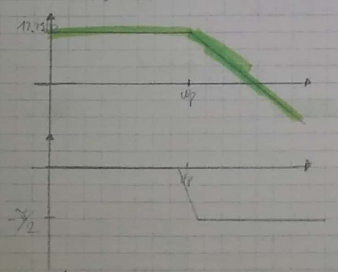
$$v_{OUT}\left(\frac{R_1(2R_1 + Z_2) + R_1 Z_2}{Z_2(2R_1 + Z_2)}\right) = v_{IN}\left(\frac{R_1 - (2R_1 + Z_2)}{2R_1 + Z_2}\right)$$

$$F(j\omega) = \frac{dv_{OUT}}{dv_{IN}} = \frac{-(R_1 + Z_2)}{\cancel{2R_1 + Z_2}} \cdot \frac{Z_2 \cancel{(2R_1 + Z_2)}}{2R_1^2 + Z_2 R_1 + R_1 Z_2} = \frac{-(R_1 + Z_2) Z_2}{2R_1^2 + 2 Z_2 R_1} = -\frac{(R_1 + Z_2) Z_2}{2R_1 (R_1 + Z_2)}$$

$$= -\frac{Z_2}{2R_1} = -\frac{\frac{R_3}{1 + j\omega C R_3}}{2R_1} = -\frac{R_3}{2R_1} \cdot \frac{1}{1 + j\omega C R_3}$$

$$\omega_p = \frac{1}{C R_3} = \frac{1}{10n \cdot 82K} \simeq 1219.5$$

$$20 \log\left(+\frac{R_3}{2R_1}\right) = 20 \log\left(\frac{82K}{20K}\right) \simeq 12.15 \text{ db}$$



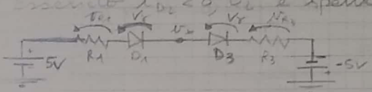
$$10K i_{D2} - \frac{10K \cdot 5V}{5.6K} - \frac{10K \cdot 1.4}{5.6K} - \frac{10K \cdot 6.8K}{5.6K} i_{D2} - 6.8K i_{D2} - 1.4 = 0$$

$$10K i_{D2} - 8.93 - 2.5 - 12.143K i_{D2} - 1.4 = 0$$

$$-22K143K i_{D2} = 12.83$$

$$i_{D2} = -0.50 \text{ mA}$$

Essendo $i_{D2} < 0$, D_2 è aperto.



$$\cancel{5V} - R_1 i_{D1} - V_\gamma - V_\gamma - R_3 i_{D1} + 5V = 0$$

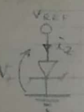
$$[illegible] i_{D1} - 1.4 - 6.8K i_{D1} + 10 = 0$$

$$-16.8K i_{D1} = -8.6 \Rightarrow i_{D1} = \frac{8.6}{16.8K} = 0.512 \text{ mA}$$

$$v_x = 5V - R_1 i_{D1} - V_\gamma = 5V - 10K(0.512 \text{ mA}) - 0.7 = -0.82V$$

ESAME 26/06/2013

A) Sia dato un riferimento a zener con uscita $V_{REF} = 9.6V$ e $I_Z = 1mA$. Il diodo richiede una corrente minima in zona di $100\mu A$ e può sostenere una corrente massima pari a $25mA$. Noto che $\frac{dV_Z}{dI_Z} = 15\frac{mV}{mA}$, calcolare il range di variabilità di V_Z.



$I_{Z_{min}} = 100\mu A$

$I_{Z_{max}} = 25mA$

$\frac{dv_Z}{di_Z} = 15\frac{mV}{mA}$

$v_Z = 15\frac{mV}{mA} \cdot I_Z$

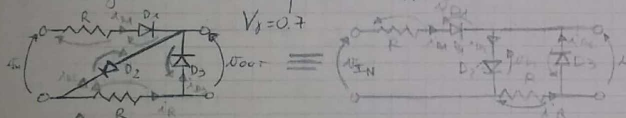
$V_{Z_{MAX}} = v_Z \cdot I_{Z_{MAX}} = 25mA \cdot \frac{15mV}{1mA} = 375mV$

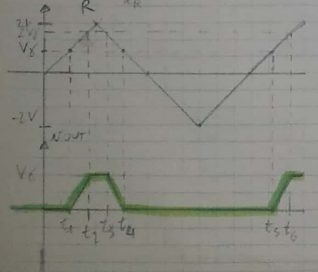
$V_{Z_{MIN}} = v_Z \cdot I_{Z_{MIN}} = 100\mu A \cdot \frac{15mV}{mA} = 1.5mV$

$V_{Z_{RANGE}} = V_{Z_{MAX}} - V_{Z_{MIN}} = 375mV - 1.5mV = 373.5mV$

B) Si tracci l'andamento della tensione di uscita in figura quando in ingresso è applicato un segnale triangolare di ampiezza $4V_{PP}$.

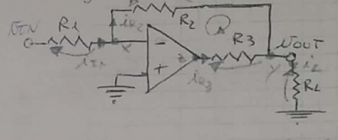
$V_\gamma = 0.7$





Quando $v_{IN} = V_\gamma$, D_1 si accende e inizia a circolare la corrente. Quando $v_{IN} = 2V_\gamma$, D_1 e D_3 si accendono.

C1) Del circuito in figura determinare la relazione ingresso/uscita per $v_{IN} \in [-5V, 5V]$



$L_+ = L_- = 10V$

$R_1 = 15K\Omega$

$R_2 = R_3 = R_L = 60K\Omega$

Supposto opamp ideale, $i_+ = i_- = 0A$.

LCK (X) $i_{IN} = i_{R_2} = \frac{v_{IN}}{R_1} = \frac{v_{OUT}}{R_2} \Longrightarrow v_{OUT} = -\frac{R_2}{R_1} v_{IN} = -4v_{IN}$

LCK (Y) $i_{R_3} + i_{IN} = i_L$

$i_L = \frac{v_{OUT}}{R_L}$

$i_{IN} = \frac{v_{IN}}{R_1} = \frac{v_{OUT}}{R_2}$

$i_{R_3} = \frac{v_{OUT} - v_Z}{R_3}$

$-\frac{v_{OUT} - v_Z}{R_3} + \frac{v_{OUT}}{R_2} = \frac{v_{OUT}}{R_L}$

$-\frac{v_{OUT}}{R_3} - \frac{v_{OUT}}{R_2} - \frac{v_{OUT}}{R_L} = \frac{v_Z}{R_3}$

$v_{OUT}\left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_L}\right) = \frac{v_Z}{R_3}$

$v_{OUT} = \frac{\frac{v_Z}{R_3}}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_L}} = \frac{\frac{v_Z}{60K}}{\frac{1}{20K}} = \frac{20K}{60K} v_Z = \frac{1}{3} v_Z$

$v_Z = 3v_{OUT} \Rightarrow v_Z = -12v_{IN}$

$v_Z = L_+ = 10V \Longrightarrow v_{IN} = \frac{10}{-12} = -0.83V$

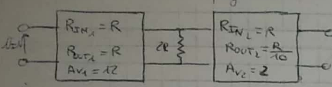
$v_{OUT} = -4 \cdot (-0.83) = 3.33V$

$v_Z = L_- = -10V \Longrightarrow v_{IN} = \frac{-10}{-12} = 0.83V$

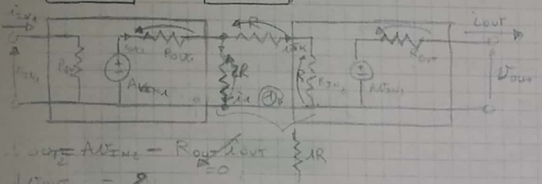
$v_{OUT} = -4(0.83) = -3.33V$

ESAME 19/07/2013

A) Determinare il guadagno dell'amplificatore multistadio in figura



$$\frac{dv_{OUT_2}}{dv_{IN_1}} = \frac{dv_{OUT_2}}{dv_{IN_2}} \cdot \frac{dv_{OUT_1}}{dv_{IN_1}}$$



$v_{OUT_2} = A v_{IN_2} - \cancel{R_{OUT}} i_{OUT}$ ($R_{OUT} = 0$)

$\frac{dv_{OUT_2}}{dv_{IN_2}} = 2$

$i_{IN_2} = i_{OUT_1} \cdot \frac{2R}{2R+R+R} = \frac{1}{2} i_{OUT_1}$

$v_{IN_2} = (2R // (R+R))\, i_{IN_2} = \left(\frac{2 \cdot 2R}{2+2}\right) \frac{1}{2} i_{OUT_1} = \frac{1}{2} R\, i_{OUT_1}$

$\Downarrow$

$i_{OUT_1} = \frac{2 v_{IN_2}}{R}$

LVK ① $12 v_{IN_1} - R_{OUT_1} i_{OUT_1} - 2R\, i_{IN_2} = 0$

$12 v_{IN_1} - \cancel{R} \frac{2 v_{IN_2}}{\cancel{R}} - \frac{\cancel{2}R}{\cancel{2}} i_{OUT_1} = 0$

$12 v_{IN_1} - 2 v_{IN_2} - R \frac{2 v_{IN}}{\cancel{R}} = 0$

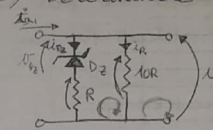
$12 v_{IN_1} = 4 v_{IN_2}$

$v_{IN_2} = 3 v_{IN_1}$

$\frac{dv_{IN_2}}{dv_{IN_1}} = \frac{dv_{OUT_1}}{dv_{IN_1}} = 3$

$\frac{dv_{OUT_2}}{dv_{IN_1}} = 2 \cdot 3 = 6$

(B) Determinare la tensione v_{OUT}.



$V_Z = 5.6V$

$V_\gamma = 0.7V$ $\quad I_{IN} = 1mA$

$R = 1K\Omega$

Ipotizzo D_Z in scarica $\Rightarrow v_{D_Z} = V_Z = 5.6V$

$v_{OUT} = 10R\, i_R$

$R i_{D_Z} + v_{D_Z} - 10R\, i_R = 0$

$v_{OUT} = R i_{D_Z} + v_{D_Z} = 1K\, i_{D_Z} + 5.6V$

$I_{IN} = i_{D_Z} + i_R$

$i_R = \frac{v_{OUT}}{10R}$

$i_{D_Z} = I_{IN} - \frac{v_{OUT}}{10R} = 1mA - \frac{v_{OUT}}{10R}$

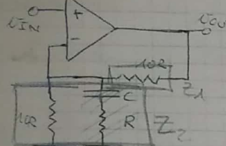
$v_{OUT} = 1K\left(1mA - \frac{v_{OUT}}{10R}\right) + 5.6V = 1V - \frac{\cancel{1K} v_{OUT}}{10\cancel{K}} + 5.6V$

$v_{OUT} + \frac{v_{OUT}}{10} = 1 + 5.6V$

$\frac{11 v_{OUT}}{10} = 6.6V$

$v_{OUT} = \frac{6.6V \cdot 10}{11} = 6V$

(1) Del circuito in figura determinare la fdt e tracciare i diagrammi di Bode indicando la posizione di eventuali poli e zeri
Si suppone l'opamp in alto guadagno



$L_+ = -L_- = 10V$

$R = 10K\Omega$

$C = 10nF$

$A_v B = 1MHz$

amplificatore non invertente: $v_{OUT} = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_2} v_{IN}$

$Z_1 = 10R$

$Z_2 = 10R // (C + R) = \frac{10R \cdot \left(\frac{1}{j\omega C} + R\right)}{10R + \frac{1}{j\omega C} + R} = \frac{10R \cdot \left(\frac{1 + j\omega CR}{j\omega C}\right)}{\frac{1 + 11 j\omega CR}{j\omega C}} =$

$= \frac{\frac{10R(1 + j\omega CR)}{j\omega C}}{\frac{1 + 11 j\omega CR}{j\omega C}} = 10R \cdot \frac{1 + j\omega CR}{1 + 11 j\omega CR}$

$T(j\omega) = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_2} = \frac{10R + 10R \cdot \frac{1 + j\omega CR}{1 + 11 j\omega CR}}{10R \cdot \frac{1 + j\omega CR}{1 + 11 j\omega CR}} = \frac{\cancel{10R}\left(1 + \frac{1 + j\omega CR}{1 + 11 j\omega CR}\right)}{\cancel{10R}\,\frac{1 + j\omega CR}{1 + 11 j\omega CR}} =$

$= \frac{1 + \frac{1 + j\omega CR}{1 + 11 j\omega CR}}{\frac{1 + j\omega CR}{1 + 11 j\omega CR}} = \frac{\frac{1 + 11 j\omega CR + 1 + j\omega CR}{1 + 11 j\omega CR}}{\frac{1 + j\omega CR}{1 + 11 j\omega CR}} = \frac{2(1 + 6 j\omega CR)}{1 + j\omega CR}$

$\omega = 0 \longrightarrow 20 \log(2) = 6\ db$

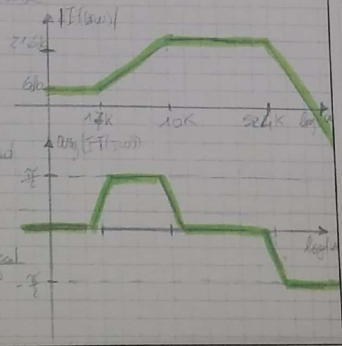
$\omega \to \infty \longrightarrow 20 \log(2) = 6\ db$

$20 \log(12) = 21.6\ db$

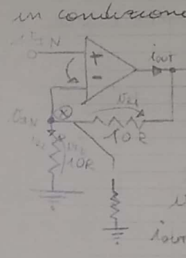
$\omega_z = \frac{1}{6CR} = 1666.67 \frac{rad}{s} \cong 1.7 K \frac{rad}{s}$

$\omega_p = \frac{1}{CR} = 10000 \frac{rad}{s} = 10 K \frac{rad}{s}$

$\omega_B = \frac{A_v B \cdot 2\pi}{12} = 523598.77 \frac{rad}{s} \cong 524 K \frac{rad}{s}$



(2) Determinare la massima potenza erogata dall'opamp in condizioni statiche per $v_{IN} \in [-5V, 5V]$.



$v_{OUT} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} v_{IN} = \frac{10R + 10R}{10R} v_{IN} = 2 v_{IN}$

$v_{OUT_{MAX}} = 2 \cdot 5 = 10V$

$v_+ = v_-$

LCK ⊗ $i_{OUT} = i_{R_2}$

$i_{OUT} = \frac{v_{IN}}{10R} A = \frac{5}{10 \cdot 10K} A = 50 \mu A$

$P_{OUT_{MAX}} = i_{OUT_{MAX}} \cdot v_{OUT_{MAX}} = 50\mu A \cdot 10V = 500 \mu W$

ESAME 20/04/2013

A) Sia, dato un amplificatore caratterizzato dalla seguente relazione ingresso uscita: $v_{OUT} = a \cdot v_{IN}^3 + b \cdot v_{IN}^2 + 6V$.
Si calcolino i parametri a e b in modo che x $v_{IN} = 3V$ sia $A_v = 0V$ e $v_{OUT} = 0V$.

$$\frac{dv_{OUT}}{dv_{IN}} = A_v = 3a\, v_{IN}^2 + b = 0$$

$$b = -3a\, v_{IN}^2 = -3a(3)^2 = -27a$$

$$v_{OUT} = a \cdot v_{IN}^3 + (-27a) v_{IN} + 6V$$

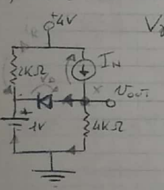
$$(3)^3 a - 27a(3) = -6V$$

$$27a - 81a = -6V$$

$$54a = 6 \Longrightarrow a = \frac{6}{54} = \frac{1}{9} V^{-2}$$

$$b = -27 \cdot \left(-\frac{1}{9}\right) = 3$$

B) Determinare la relazione $I_{IN} - v_{OUT}$.



$V_\gamma = 0.7$

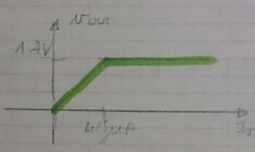
Ipotizzo D in diretta $\Rightarrow V_D = 0.7 = V_\gamma$

$v_D = v_{OUT} - v_{IN} = v_{OUT} - 1V$

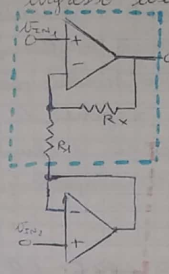
$v_{OUT} = 1V + v_D = 1V + 0.7V = 1.7V$

LKC (X) $I_N = i_D + i_R$

$I_N = \frac{v_{OUT}}{R} = \frac{1.7}{4K} = 425\ \mu A$



C1) Del circuito in figura determinare la relazione ingresso-uscita. Si suppongono gli opamp in alto-guadagno.



$L_+ = -L_- = 15V$

$R_1 = 10\ K\Omega$

Applico il principio della sovrapposizione degli effetti.

$v_{OUT} = v_{OUT_1} + v_{OUT_2}$

Calcolo v_{OUT_1} ponendo $v_{IN_2} = 0V$.

Si ha un amplificatore non invertente.

$$v_{OUT_1} = \frac{R_x + R_1}{R_1} v_{IN_1}$$

Calcolo v_{OUT_2} ponendo $v_{IN_1} = 0V$.

Si ha un

$v_{OUT_2} = - \quad v_{IN_2}$

Quindi $v_{OUT} = \frac{R_x + R_1}{R_1} v_{IN_1} - \quad v_{IN_2}$

C2) Sapendo che gli ingressi possono variare nel range $0V \div 5V$, dimensionare Rx al valore massimo che garantisca il funzionamento degli opamp ∀ valore degli ingressi.

$$v_{OUT} = \frac{R_x + R_1}{R_1} v_{IN_1} - \frac{R_x}{R_1} v_{IN}$$

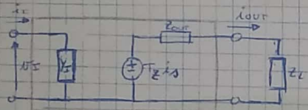
$$v_{OUT_{MAX}} = \begin{cases} v_{IN_{1,MAX}} = 5V \\ v_{IN_{2,MIN}} = 0V \end{cases}$$

$$15 = \frac{R_x + R_1}{R_1} 5 \Longrightarrow \frac{R_x}{R_1} + 1 = 3 \longrightarrow R_x = R_1(3-1) = 2 \cdot 10K = 20K\Omega$$

ESAME 16-01-2014

A) Sia dato un amplificatore lineare con uscita in tensione ed ingresso in corrente caratterizzato da impedenze di ingresso e uscita pari a 50 Ohm. Se collegato ad una sorgente di segnale ideale con uscita in corrente e chiusa su un carico di 100 Ohm, la transimpedenza $\frac{dv_o}{di_s}$ risulta pari a 28 Ohm

Calcolare la transimpedenza a vuoto dell'amplificatore



$\frac{dv_{OUT}}{di_s} = T_Z$ senza carico

$v_{OUT} = T_Z i_s$

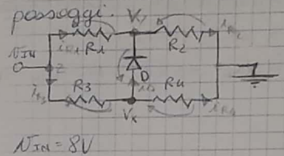
Considerando il carico, $v_{OUT_L}\left(1+\frac{Z_{OUT}}{Z_L}\right) = T_Z i_s \Rightarrow$

$\frac{dv_{OUT_L}}{di_s}\left(1+\frac{Z_{OUT}}{Z_L}\right) = T_Z$

$$\begin{cases} \frac{dv_{OUT}}{di_s} = T_Z \\ \frac{dv_{OUT_L}}{di_s}\left(1+\frac{Z_{OUT}}{Z_L}\right) = T_Z \end{cases} \begin{cases} / \\ \frac{dv_{OUT_L}}{di_s}\left(1+\frac{Z_{OUT}}{Z_L}\right) = \frac{dv_{OUT}}{di_s} \end{cases}$$

$28\left(1+\frac{50}{100}\right) = \frac{dv_{OUT}}{di_s} \Longrightarrow \frac{dv_{OUT}}{di_s} = 42$

B) Determinare la tensione al nodo v_x. Esplicitare passaggi.



$V_\gamma = 0.7V$

$R_1 = 10K\Omega$

$R_2 = 6K\Omega$

$R_3 = 4K\Omega$

$R_4 = 8K\Omega$

$v_{IN} = 8V$

LCK (Z) $i_{R_3} = i_D + i_{R_4}$

LCK (Y) $i_{R_2} = i_{R_1} + i_D$

$i_{R_2} - i_{R_1} = i_{R_3} + i_{R_4} = i_D$

$V_x - V_y < 0.7$

Ipotizzo D spento $\Longrightarrow V_x - V_y < V_\gamma = 0.7$ e $i_D = 0A$

$i_{R_1} = \frac{V_{IN} - V_Y}{R_1} = \frac{8V - V_Y}{10K}$ $\quad i_{R_2} = \frac{V_Y}{R_2} = \frac{V_Y}{6K}$

$i_{R_3} = \frac{V_{IN} - V_X}{R_3} = \frac{8V - V_X}{4K}$ $\quad i_{R_4} = \frac{V_X}{R_4} = \frac{V_X}{8K}$

$i_D = 0A \Longrightarrow i_{R_1} = i_{R_2} \Longrightarrow \frac{8V - V_Y}{10K} = \frac{V_Y}{6K}$

$\frac{6(8V - V_Y)}{60K} = \frac{10V_Y}{60K} \Longrightarrow 6(8V - V_Y) = 10V_Y \Longrightarrow 16V_Y = 48V \Longrightarrow V_Y = 3V$

$i_D = 0A \Longrightarrow i_{R_3} = i_{R_4} \Longrightarrow \frac{8V - V_X}{4K} = \frac{V_X}{8K}$

$\frac{8(8V - V_X)}{32K} = \frac{4V_X}{32K} \Longrightarrow 8(8V - V_X) = 4V_X \Longrightarrow 12V_X = 64V \Longrightarrow V_X = 5.3V$

$V_X - V_Y = 5.3 - 3 = 2.3 > 0.7$

Quindi D è in diretta $\Longrightarrow V_X - V_Y = v_D = 0.7V$

$\frac{V_Y}{\cancel{6K}\,3} - \frac{8V - V_Y}{\cancel{10K}\,5} = \frac{8V - V_X}{\cancel{4K}\,2} - \frac{V_X}{\cancel{8K}\,4}$

$\frac{V_X - 0.7}{3} - \frac{8V + 0.7 - V_X}{5} = \frac{8V - V_X}{2} - \frac{V_X}{4}$

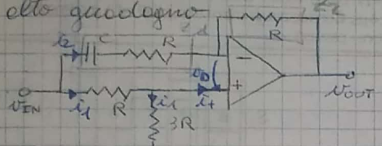
$\frac{V_X}{3} + \frac{V_X}{5} + \frac{V_X}{2} + \frac{V_X}{4} = \frac{0.7}{3} + \frac{8.7}{5} + 4$

$V_X\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}\right) \cong 5.973 \Longrightarrow V_X = 5.973 \cdot \frac{120}{154} \cong 4.654V$

$V_X\left(\frac{40 + 24 + 60 + 30}{120}\right) = 5.973$

1

(1) Del circuito in figura determinare la funzione di trasferimento e tracciarne i diagrammi di Bode. Si supponga OPAMP ideale e in alto guadagno



$R = 10K\Omega$

$C = 12nF$

Dato che è ideale e in alto guadagno, $v_D = 0V$ e $i_+ = i_- = 0A$.

Calcolo V_+ rispetto v_{IN}.

$$\begin{cases} i_1 = \dfrac{V_{IN}}{3R+R} = \dfrac{v_{IN}}{4R} \\ i_1 = \dfrac{v_+}{3R} \end{cases} \Longrightarrow \frac{v_{IN}}{4R} = \frac{v_+}{3R} \Longrightarrow v_+ = \frac{3}{4} v_{IN}$$

Calcolo v_{OUT} rispetto a v_{IN}.

Dato che $v_+ = v_-$ e si ha un non invertente, ottengo

$$v_{OUT} = -\frac{Z_2}{Z_1} v_{IN} + v_- \left(\frac{Z_1+Z_2}{Z_1}\right) = -\frac{Z_2}{Z_1} v_{IN} + \frac{3}{4}\left(\frac{Z_1+Z_2}{Z_1}\right) v_{IN} =$$

$$= \left(-\frac{Z_2}{Z_1} + \frac{3}{4}\left(\frac{Z_1+Z_2}{Z_1}\right)\right) v_{IN}$$

Calcolo Z_1 e Z_2.

$Z_2 = R$

$Z_1 = R + C = R + \frac{1}{J\omega C} = \frac{1+J\omega CR}{J\omega C}$

$$H(J\omega) = \left(-\frac{R}{\frac{1+J\omega CR}{J\omega C}} + \frac{3}{4}\,\frac{R+\frac{1+J\omega CR}{J\omega C}}{\frac{1+J\omega CR}{J\omega C}}\right)$$

$$= \left(-\frac{J\omega CR}{1+J\omega CR} + \frac{3}{4}\left(\frac{1+J\omega CR+J\omega CR}{J\omega C}\right)\left(\frac{J\omega C}{1+J\omega CR}\right)\right) =$$

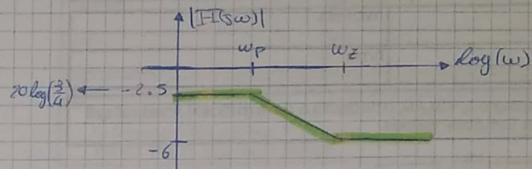
$$= \left(\frac{-4J\omega CR + 3 + 6J\omega CR}{4(1+J\omega CR)}\right) = \frac{3+2J\omega CR}{4(1+J\omega CR)} =$$

$$= \frac{3}{4}\,\frac{1+\frac{2}{3}J\omega CR}{1+J\omega CR}$$

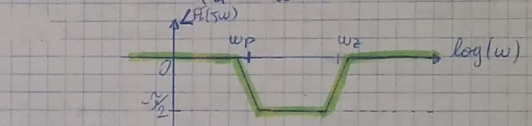
$$|H(J\omega)| = 20\log\left(\frac{3}{4}\right) + 20\log\left(\sqrt{1+\frac{4}{9}J\omega^2 R^2C^2}\right) - 20\log\left(\sqrt{1+J\omega^2C^2R^2}\right)$$

$$\omega_p = \frac{1}{CR} = \frac{1}{10K \cdot 12n} = 8.33K\,\frac{rad}{s}$$

$$\omega_z = \frac{3}{2CR} = \frac{3}{2 \cdot 10K \cdot 12n} = 12.5K\,\frac{rad}{s}$$



$$H(J\omega)\big|_{\omega\to\infty} = 20\log\left(\frac{3}{4}\,\frac{\frac{2}{3}\omega CR}{\omega CR}\right) = 20\log\left(\frac{1}{2}\right) = -6.02 \simeq -6$$



(2) Sia ora $L_+ = -L_- = 15V$. Trovare il range di valori v_{IN} che garantiscono il funzionamento in alto guadagno dell'OPAMP in regime statico. Esplicitare i passaggi.

Dato il regime statico, la capacità è nulla (cioè un aperto) e quindi la corrente del ramo "−" è nulla.

Perciò $i_2 = \frac{v_- - v_{OUT}}{R} = 0$ e ho $v_- = v_{OUT}$.

Quindi sapendo che $v_+ = \frac{3}{4} v_{IN} = v_- = v_{OUT}$

Di conseguenza, $L_+ = \frac{3}{4} v_{IN}$

$$\Downarrow$$

$$15 = \frac{3}{4} v_{IN} \Longrightarrow v_{IN} = \frac{4 \cdot 15}{3} = 20$$

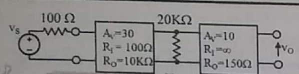
Quindi $-20V \leq v_{IN} \leq 20$

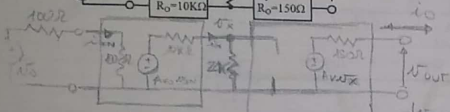
Elettronica T - Modulo 2
14-1-2015

A	B	C1	C2	Totale
/6	/7	/9	/8	

cognome	matricola
nome	firma

A Si calcoli il guadagno $A_V = dv_O/dv_S$ della cascata di due amplificatori lineari collegati come in figura. Esplicitare i passaggi.





$A_V = \frac{dv_O}{dv_S}$

calcolo v_{OUT} in funzione di v_S.

$\frac{dv_{OUT}}{dv_S} = \frac{dv_{IN}}{dv_S} \cdot \frac{dv_x}{dv_{IN}} \cdot \frac{dv_{OUT}}{dv_x} = A_V$

$v_{OUT} = A_V v_x - 150 i_{OUT} = 10 v_x - 150 i_{OUT} = 10 v_x$

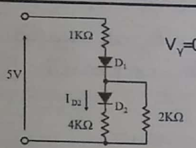
$v_x = A_V v_{IN} - 10K i_x$

$i_x = \frac{v_x}{20K}$ $\Rightarrow v_x = 30 v_{IN} - \frac{10K v_x}{20K} = 30 v_{IN} - \frac{v_x}{2} \Rightarrow v_x + \frac{v_x}{2} = 30 v_{IN}$

$\frac{3 v_x}{2} = 30 v_{IN}$

$v_x = 20 v_{IN}$

B Si consideri il circuito in figura. Si calcoli il valore della corrente I_{D2}. Esplicitare i passaggi



V_γ=0.7V

VEDI FOGLIO

$v_x = 20 v_{IN}$, $v_x = \frac{v_{OUT}}{10}$; $\frac{v_{OUT}}{10} = 20 v_{IN}$; $v_{OUT} = 200 v_{IN}$

$v_S = 200 i_S \Rightarrow i_S = \frac{v_S}{200}$

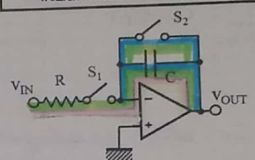
$v_{IN} = 100 i_S = 100 \frac{v_S}{200} = \frac{v_S}{2}$

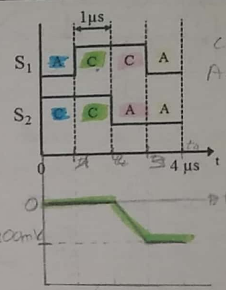
$v_{OUT} = 200 v_{IN}$

$v_{OUT} = 200 \frac{v_S}{2} = 100 v_S$

$A_V = \frac{dv_{OUT}}{dv_S} = 100$

C1 Nel circuito in figura sia V_{IN}=1V. Determinare l'andamento della tensione v_O in funzione del tempo nell'intervallo 0...4 μs. Considerare gli interruttori ideali ed il condensatore inizialmente scarico. Esplicitare i passaggi.





C = chiuso
A = aperto

R = 10 KΩ, C = 125 pF
L_+=-L_-=5V, SR=2V/μs

$t \in [0, 1\mu s]$ $v_{OUT} = 0V$

CASO $t \in [1\mu s, 2\mu s]$

$v_{OUT} = -\frac{0}{R} v_{IN} = 0V$

CASO $t \in [2\mu s, 3\mu s]$ Integratore invertente

$v_{OUT} = -\frac{1}{RC} \int_{2\mu s}^{3\mu s} v_{IN}\, dt = -\frac{1}{RC} 1\mu s = -\frac{1\mu s}{125pF \cdot 10K\Omega} = -800mV$

C2 Si calcoli il valore minimo e massimo di V_{IN} che garantisce assenza di saturazione. Esplicitare i passaggi.

$SR = \left|\frac{dv_{OUT}}{dt}\right|_{max} = \frac{2V}{\mu s}$

$v_{IN_{MAX}} = R \cdot C \cdot SR = 10K \cdot 125p \cdot \frac{2V}{\mu} = 2.5V$

$SR = \left|\frac{d}{dt} \int -\frac{1}{RC} v_{IN}\, dt\right|_{max} = -\frac{1}{RC} v_{IN_{MAX}}$

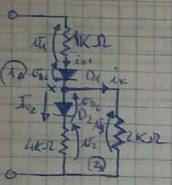
CASO $t \in [3\mu s, 4\mu s]$

$v_{OUT} = -800mV$

Diodi con modello a soglia.

Ipotizzo i due diodi in diretta: $v_{D_1} = V_\gamma = v_{D_2} = 0.7V$

i_{D_1} e I_{D_2} sono entrambi $> 0A$.



LCK ⊗ $i_{D_1} = i_K - I_{D_2}$

LVK ① $-v_1 - v_{D_1} - v_{D_2} - v_2 = 0$

LVK ② $v_2 - v_{D_2} - v_3 = 0$

LKK ① $+1K\,i_{D_1} + 0.7 + 0.7 + 4K\,I_{D_2} = 0$

$1K\,i_{D_1} + 1.4 + 4K\,I_{D_2} = 0$

LVK ② $4K\,I_{D_2} + v_{D_2} - 2K\,i_K = 0$

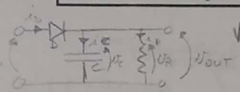
$4K\,I_{D_2} + 0.7 - 2K\,i_K = 0$

$2K\,i_K = 4K\,I_{D_2} + 0.7 \Rightarrow i_K = \dfrac{4K\,I_{D_2} + 0.7}{2K}$

Elettronica T -Modulo 2 4-2-2015	A	B	C1	C2	Totale
	/6	/7	/9	/8	

cognome	matricola
nome	firma

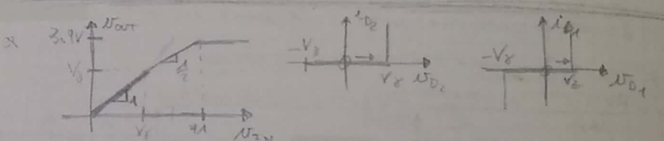
A Si calcoli il valore della capacità di livellamento di un raddrizzatore a semionda in modo che il ripple sia contenuto entro 100 mV_{PP} sapendo che la tensione di ingresso ha frequenza 50Hz, ampiezza V_{PP} compresa fra 20 e 28V e il carico può variare da 100 Ω a 2500 Ω. Esplicitare i passaggi.



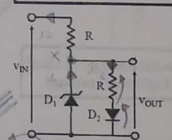
$V_{RIPPLE} = \dfrac{V_M}{fRC} \leq 100m\,V_{PP}$

$C \geq \dfrac{V_M}{fR\,100mV_{PP}} = \dfrac{28V}{50Hz \cdot 100m \cdot 100 \cdot 20} =$

$= 2.8mF$



B Si consideri il circuito in figura. Si calcoli la caratteristica $V_{OUT} - V_{IN}$ per $0 \leq V_{IN} \leq 10V$. Esplicitare i passaggi



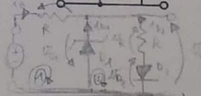
V_Z=3.9V
V_γ=0.7V
R=10KΩ

HP) D_1 in scarica $\rightarrow v_{D_1} = 3.9V$
D_2 in diretta $\rightarrow v_{D_2} = 0.7V$

Considero v_{OUT} il ramo di D_1

LVK ① $v_{IN} - R\,i_R - v_{OUT} = 0$

In base alla considerazione precedente $i_R = i_{D_2}$.



LVK② $-v_{OUT} - R\,i_R + V_{D_2} = 0$

Inizialmente però, D_2 è spento e quindi dalla LVK, si ha $i_R = \dfrac{v_{IN} - V_\gamma}{2R}$.

pongo che D_2 si accenda. Quindi $\dfrac{v_{IN} - V_\gamma}{2R} R + V_\gamma = v_{OUT}$

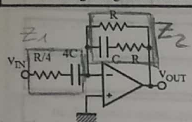
$\dfrac{v_{IN} + V_\gamma}{2} = v_{OUT} \Rightarrow v_{IN} = 2v_{OUT} - V_\gamma = 7.8 - 0.7 = 7.1V$

Inizialmente i due diodi sono spenti e solo quando $v_{IN} = V_\gamma$ si accende D_2.

Elettronica T - Modulo 2 20-2-2015		A	B	C1	C2	Totale
		/6	/8	/10	/8	

cognome	matricola
nome	firma

C1 Calcolare la funzione di trasferimento del circuito in figura assumendo che l' OPAMP sia in alto guadagno. Tracciare i diagrammi di Bode (ampiezza e fase). Esplicitare i passaggi.



$R = 10\,K\Omega$, $C = 470\,pF$
$L_+ = -L_- = 5V$, $SR = 1V/\mu s$
$A_V B = 1\,MHz$

$Z_1 = \frac{R}{4} + 4C = \frac{R}{4} + \frac{1}{4j\omega C} = \frac{j\omega CR + 1}{4j\omega C}$

$Z_2 = (C+R)/\!/R = \left(R + \frac{1}{j\omega C}\right)/\!/R = \left(\frac{1+j\omega CR}{j\omega C}\right)/\!/R = \frac{\frac{1+j\omega CR}{j\omega C}\cdot R}{\frac{1+j\omega CR}{j\omega C} + R} = \frac{\frac{(1+j\omega CR)R}{j\omega C}}{\frac{1+2j\omega CR}{j\omega C}} = \frac{R(1+j\omega CR)}{1+2j\omega CR}$

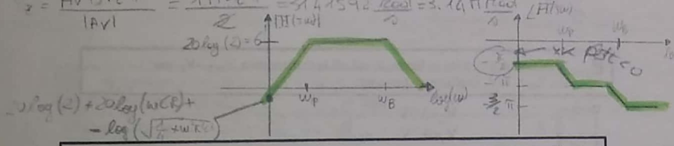
$H(j\omega) = -\frac{Z_2}{Z_1} = -\frac{\frac{R(1+j\omega CR)}{1+2j\omega CR}}{\frac{j\omega CR+1}{4j\omega C}} = -\left(\frac{R(1+j\omega CR)}{1+2j\omega CR}\right)\left(\frac{4j\omega C}{1+j\omega CR}\right) =$

$= -\frac{(4j\omega CR)(1+j\omega CR)}{1 + j\omega CR + 2j\omega CR + 2j^2\omega^2C^2R^2} = -\frac{4j\omega CR + 4j^2\omega^2C^2R^2}{}$

$= -\frac{4j\omega CR(1+j\omega CR)}{2j\omega CR(1+j\omega CR) + (1+j\omega CR)} = -\frac{4j\omega CR(1+j\omega CR)}{(1+2j\omega CR)(1+j\omega CR)} = -\frac{4j\omega CR}{1+2j\omega CR}$

$\omega_p = \frac{1}{2CR} = \frac{1}{470p\cdot 10K\cdot 2} = 106383\,\frac{rad}{s} = 106.38K\,\frac{rad}{s}$

$\omega_B = \frac{A_V B \cdot 2\pi}{|A_V|} = \frac{1M\cdot 2\pi}{2} = 3141592\,\frac{rad}{s} = 3.14M\,\frac{rad}{s}$



C2 Sia ora applicato all' ingresso un segnale $v_{IN}=V_M\sin(\omega t)$ con ω=700 KRAD/s. Si calcoli il massimo valore di V_M che garantisce assenza di distorsione. Esplicitare i passaggi.

$\omega >> \omega_p$

$|H(j\omega)|_{\omega = 700K\frac{rad}{s}} = |H(j\omega)|_{\omega\to\infty} = 2$

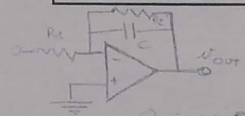
$SR = \left|\frac{dv_{OUT}}{dt}\right|_{max} = \frac{1V}{\mu s}$

$v_{OUT} = |H(j\omega)|_{\omega\to\infty} V_M \sin(\omega t)$

$\left|\frac{dv_{OUT}}{dt}\right|_{MAX} = |H(j\omega)|_{\omega\to\infty} \cdot V_{MMAX} \cdot \cos(\omega t)\cdot\omega = \frac{1V}{\mu s}$

$V_{MAX} = \frac{\frac{1V}{\mu s}}{\omega\cdot 2} = \frac{1}{2\cdot\omega\cdot\mu} = \frac{1}{2\cdot 700K\cdot\mu} = 0.714\,V$

A Si dimensioni un filtro passa basso a opamp in modo che abbia le seguenti caratteristiche: Z_{IN}=10KΩ, guadagno in centro banda pari a 5, frequenza di taglio 10 KHz. Esplicitare i passaggi.



$v_{OUT} = -\frac{R_2}{R_1}\cdot\frac{1}{1+j\omega CR_2}\cdot v_{IN}$

Dato che $A_{V_0} = 5$, si ha che $-\frac{R_2}{R_1} = 5$.

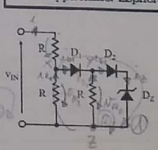
Quindi $R_2 = -5R_1$. Dato che $Z_{IN} = 10K\Omega$; $R_2 = 50K$

Dato $f = 10KHz$, $\omega_{TAGLIO} = 2\pi f = 2\pi 10K\,\frac{rad}{s}$.

$\omega_{TAGLIO} = \frac{1}{CR_2} \Longrightarrow 2\pi 10K = \frac{1}{C\,50K} \longrightarrow C\,2\pi 10K = \frac{1}{50K} \longrightarrow$

$C = \frac{1}{2\pi 10K\cdot 50K} = 318pF$

B Si consideri il circuito in figura. Si calcoli la massima tensione di ingresso V_{IN} applicabile. Esplicitare i passaggi



V_Z=3.9V
V_γ=0.7V
R=1.2KΩ
I_{zmax}=10mA

Hp 1) D_1 diretto, D_2 diretto, D_Z scarica

LCK ⊗ $i_{R_1} = i + i_{D_1}$ LKC ○ $i_{z_{max}} = i_{R_2} + i_{D_2}$

LVK ① $-i_{R_1}R - v_{D_1} - v_{D_2} - v_Z = 0$

$-i_{R_1}R = v_{D_1} + v_{D_2} + v_Z = 0.7 + 0.7 + 3.9 = 5.3V$

$i_{R_1}R = -5.3V$

$i_{R_1} = -\frac{5.3V}{R} = -\frac{5.3}{1.2K} = -4.42mA$

LVK ② $-i_{R_2}R - v_{D_2} - v_Z = 0$

$-i_{R_2}R = v_{D_2} + v_Z = 0.7 + 3.9 = 4.6V$

$i_{R_2}R = -4.6V \Longrightarrow i_{R_2} = -\frac{4.6V}{R} = -\frac{4.6}{1.2K} = -3.83mA$

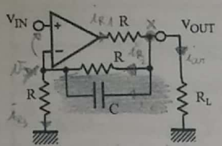
$i_{D_1} = i_{Zmax} - i_{R_2} = 10mA - (-3.83m) = 13.83\,mA$

$i = i_{R_1} - i_{D_1} = -4.42m - 13.83m = -18.25mA$

LVK ③ $v_{IN} + i\cdot R + i_{R_1}\cdot R = 0 \Longrightarrow v_{IN} = -i\cdot R - i_{R_1}\cdot R = -1.2K\cdot(-18.25mA) + -1.2K\cdot(-4.42mA) =$

$= 27.2V$

C1 Del circuito in figura si tracci la caratteristica statica per $V_{IN} \in [-5V..5V]$. Esplicitare i passaggi.



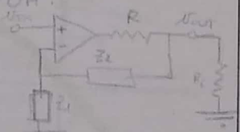
$R = 10\,K\Omega$, $R_L = 20K\Omega$
$L_+ = -L_- = 12V$ $C = 470pF$

Siccome è richiesta la caratteristica statica, C ≡ circuito aperto. Si ha di conseguenza un amplificatore non invertente con collegato un carico collegato al morsetto di uscita.

$$v_{OUT} = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_2} v_{IN}$$

Suppongo opamp in HG. Quindi $v_{IN} = v_+ = v_-$ e $v_D = 0V$.
Suppongo opamp ideali. Quindi $i_- = i_+ = 0A$.

$$Z_1 = R // C = \frac{R \cdot \frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{\frac{R}{j\omega C}}{\frac{1 + j\omega CR}{j\omega C}} = \frac{R}{1 + j\omega CR}$$



$$\frac{v_{IN}}{Z_1} = \frac{v_{OUT} - v_Y}{Z_2} \Longrightarrow \frac{v_{IN}}{R} = \frac{v_{OUT} - v_Y}{\frac{R}{1 + j\omega CR}} \Longrightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{v_{OUT}}{\frac{R}{1 + j\omega CR}} = \frac{v_{IN}}{R} + \frac{v_Y}{\frac{R}{1 + j\omega CR}} \Longrightarrow \frac{v_{OUT}}{\frac{R}{1 + j\omega CR}} = \left(\frac{v_{IN}}{R} + \frac{v_Y(1 + j\omega CR)}{R}\right) \xrightarrow{v_{IN} = v_Y}$$

$$\Longrightarrow v_{OUT} = \frac{2 + j\omega CR}{1 + j\omega CR} v_{IN} \Longrightarrow v_{OUT} = 2 \cdot \frac{1 + \frac{1}{2} j\omega CR}{1 + j\omega CR} \Longrightarrow$$

C2 Calcolare ora la funzione di trasferimento del circuito assumendo che l' OPAMP sia in alto guadagno. Si calcolino le frequenze di eventuali zeri e poli. Esplicitare i passaggi.

Dato che L_+ / L_- è l'uscita dell'opamp, $L_+ / L_- = V_R + v_{OUT}$

$v_R = i_{R_1} R \rightarrow$ LKC ⓪ $i_{R1} = i_{R_2} + i_{OUT}$ → $i_{OUT} = \frac{v_{OUT}}{R_L}$, $i_{R_2} = \frac{v_{IN}}{R}$

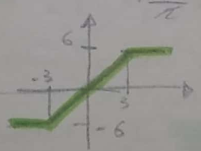
$$V_R = R \cdot \left(\frac{v_{IN}}{R} + \frac{v_{OUT}}{R_L}\right) = R\left(\frac{v_{IN}}{R} + \frac{v_{OUT}}{R_L}\right) =$$

$$= v_{IN} + \frac{v_{OUT}}{2}$$

$$v_{OUT} + v_R = L_+$$

$$2v_{IN} + v_{IN} + \frac{v_{OUT}}{2} = L_+ \Longrightarrow 3v_{IN} + \frac{v_{OUT}}{2} = L_+ \Longrightarrow 3v_{IN} + \frac{2v_{IN}}{2} = L_+$$

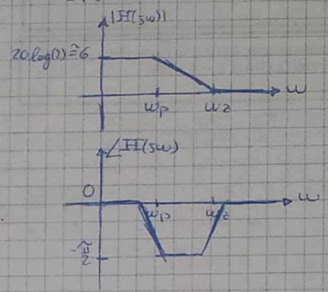
$$\Longrightarrow 4 v_{IN} = L_+ \Longrightarrow$$



-) $fdt = H(j\omega) = \frac{2 + j\omega CR}{1 + j\omega CR} = 2 \cdot \frac{1 + \frac{1}{2} j\omega CR}{1 + j\omega CR}$

$\omega_z = \frac{2}{CR} = 425531.91 = 425.53K \frac{rad}{s}$

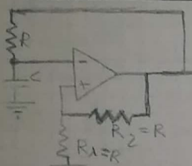
$\omega_p = \frac{1}{CR} = 212765.96 = 212.77K \frac{rad}{s}$



Elettronica T -Modulo 2 9-6-2015	A	B	C1	C2	Totale
	/5	/8	/10	/9	

cognome	matricola
nome	firma

A Si dimensioni la capacità nel circuito multivibratore astabile in modo che il periodo di oscillazione sia 1ms. Si consideri: R=10KΩ, []=0.5, L₊=-L₋=14V. Esplicitare i passaggi.



$\beta = \frac{R_1}{R_1+R_2} = \frac{10K}{10K+10K} = \frac{10K}{20K} = 0.5$ V

Suppongo opamp in alto guadagno.

$T = \tau \ln\left(\frac{L_- - v_{TH}}{L_- - v_{TL}}\right) + \tau \ln\left(\frac{L_+ - v_{TH}}{L_+ - v_{TL}}\right)$

$\tau = RC$

$v_{TH} = \beta L_+$ e $v_{TL} = \beta L_-$

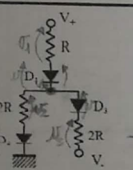
$T = RC \ln\left(\frac{L_- - \beta L_+}{L_- - \beta L_-}\right) + RC \ln\left(\frac{L_+ - \beta v_{TH}}{L_+ - \beta v_{TL}}\right) =$

$= 10KC \ln\underbrace{\left(\frac{14 - 0.5\cdot 14}{-14 - 0.5\cdot(-14)}\right)}_{3} + 10K \ln\underbrace{\left(\frac{14 - 0.5\cdot 14}{14 - 0.5(-14)}\right)}_{3} = 10KC\ln(3\cdot 3) = 10KC\ln(9)$

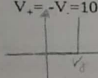
$= 21972.25C$

$C = \frac{1m}{21972.25} = 45.5nF$

B Si consideri il circuito in figura. Si calcoli la corrente I_{D3} . Esplicitare i passaggi



V_γ=0.7V
R=1 KΩ
V₊=-V₋=10V



Suppongo D_1, D_2, D_3 in diretta

$v_{D1} = v_{D2} = v_{D3} = V_\gamma = 0.7V$

$I_{D1}, I_{D2}, I_{D3} > 0$

LKK ⊗ $i_{D1} = i_{D2} + i_{D3}$

$\begin{cases} v_x = v_{D2} + 2R i_{D2} \\ v_x = V_- + v_{D3} + 2R i_{D3} \\ V_+ = v_x + v_{D1} + R i_{D1} \\ i_{D1} = i_{D2} + i_{D3} \end{cases}$

$\begin{cases} i_{D2} = \frac{v_x - v_{D2}}{2R} = \frac{v_x - 0.7}{2\cdot 1K} = \frac{v_x - 0.7}{2K} \\ i_{D3} = \frac{V_x - V_- - v_{D3}}{2R} = \frac{v_x - (-10) - 0.7}{2\cdot 1K} = \frac{v_x + 9.3}{2K} \\ i_{D1} = \frac{V_+ - v_x - v_{D1}}{R} = \frac{10 - v_x - 0.7}{1K} = \frac{9.3 - v_x}{1K} \\ i_{D1} = i_{D2} + i_{D3} \end{cases}$

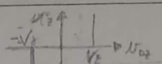
$\frac{9.3 - v_x}{1K} = \frac{v_x - 0.7}{2K} + \frac{v_x + 9.3}{2K}$

$18.6 - 2v_x = v_x - 0.7 + v_x + 9.3$

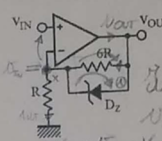
$-2v_x + v_x + v_x = 18.6 + 0.7 - 9.3$

$4v_x = 10 \Rightarrow v_x = \frac{10}{4} = \frac{5}{2} = 2.5$

$i_{D3} = \frac{2.5 + 9.3}{2K} = 5.9mA$



C1 Del circuito in figura si tracci la caratteristica v_{OUT}-v_{IN} per V_{IN}∈[-10V..10V]. Esplicitare i passaggi.



R = 10 KΩ
L₊= -L₋=10V
V_Z=3.9V, V_γ=0.7V

Ipotizzo che l'opamp sia ideale e in alto guadagno.

HP1) D_Z interdizione

In D_Z non passa la corrente

$v_{OUT} = R i_{OUT} + 6R i_{OUT} = 7R i_{OUT}$

$v_{IN} = R i_{OUT}$

$v_{OUT} = 7 v_{IN}$

$-V_\gamma \le v_{DZ} \le V_Z$

LVK (ext)

$v_{DZ} = v_{IN} - v_{OUT} = +v_{IN} - 7v_{IN} = -6v_{IN}$

$-V_\gamma \le v_{DZ} \Rightarrow -0.7 \le -6v_{IN}$

$6v_{IN} \le 0.7$

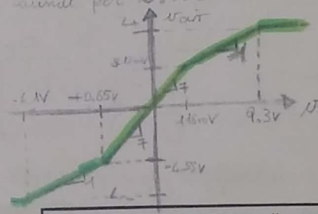
$v_{IN} \le \frac{0.7}{6} = 116mV$

$v_{DZ} \le V_Z \Rightarrow -6v_{IN} \le 3.9$

$6v_{IN} \ge -3.9$

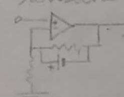
$v_{IN} \ge \frac{-3.9}{6} = -0.65$

Quindi per $-0.65 \le v_{IN} \le 116mV$, $v_{OUT} = 7v_{IN}$.



HP2) D_Z in diretta

D_Z generatore non comandato di tensione (pari a $V_Z = v_{DZ} = 3.9V$)



$v_{IN} = v_{DZ} - v_{OUT}$,

$v_{IN} = 3.9 - L_+$

$v_{IN} = 3.9 - 10 = -6.1V$

HP3) D_Z in scarica

$v_{DZ} = -V_\gamma = -0.7$

$v_{IN} = v_{DZ} - v_{OUT}$

$v_{IN} = -0.7 - L_-$

$v_{IN} = -0.7 + 10 = 9.3V$

C2 Sia ora applicato all' ingresso il segnale $v_{IN}(t)$= 1V + 0.1Vsin(ωt). Sapendo che lo slew-rate dell' OPAMP è pari a 1V/µs calcolare la massima frequenza di v_{IN} che garantisce assenza di distorsione. Esplicitare i passaggi.

$SR = \left|\frac{dv_{OUT}}{dt}\right|_{MAX} = \frac{1V}{\mu s}$

$v_{OUT} = 7v_{IN}$

$v_{OUT} = (1V + 0.1\sin(\omega t))\cdot 7$

$\frac{dv_{OUT}}{dt} = 0.7\,\omega_0 \cos(\omega_0 t) \le SR$

considerando il caso peggiore in cui $\cos(\omega_0 t) = 1$, si ha:

$0.7\,\omega_0 = SR$

$\omega_0 = \frac{SR}{0.7} = \frac{1}{0.7\cdot\mu} = 1.43M\,Hz$

D_Z in scarica/in diretta

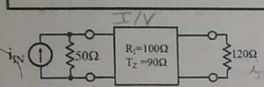
$0.1\,\omega_0 = SR$

$\omega_0 = \frac{SR}{0.1} = 10M\frac{rad}{s} \Rightarrow f = \frac{10M}{2\pi} = 1.59MHz$

Elettronica T - Modulo 2 7-7-2015	A	B	C1	C2	Totale
	/6	/8	/9	/9	

cognome	matricola
nome	firma

A Calcolare la Z_O dell' amplificatore in modo che risulti $dv_O/di_{IN} = 20\Omega$. Esplicitare i passaggi.



$\frac{v_{OUT}}{i_{IN}} = 20 = \frac{dv_{OUT}}{dv_G} \cdot \frac{dv_G}{di_{IN R_I}} \cdot \frac{di_{IN R_I}}{di_{IN}}$ $\quad v_G = T_Z i_{IN_{R_I}} = 90 i_{IN R_I}$

$v_{OUT} = \frac{v_G}{R_O+120} \cdot 120 = i_{eq} \cdot 120 \Rightarrow \frac{dv_{OUT}}{dv_G} = \frac{120}{R_O+120}$

$i_{IN R_I} = i_{IN} \cdot \frac{50}{50+100} = \frac{1}{3} i_{IN} \Rightarrow \frac{di_{IN R_I}}{di_{IN}} = \frac{1}{3}$

$v_G = 90 i_{IN R_I} \Rightarrow \frac{dv_G}{di_{IN R_I}} = 90$

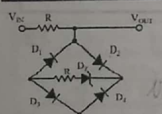
$20 = \frac{120}{R_O+120} \cdot \frac{1}{3} \cdot 90 \quad 20 = \frac{120}{R_O+120} \cdot 30$

$20(120+R_O) = 3600$

$R_O = \frac{3600}{20} - 120$

$60\,\Omega$

B Si tracci la caratteristica V_{OUT} - V_{IN} del seguente circuito per $V_{IN} \in [-10V..10V]$. Esplicitare i passaggi



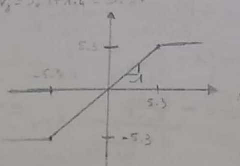
V_γ=0.7V
V_Z=3.9V
R=1 KΩ

potremo D_1, D_2, D_3, D_4 in diretta, mentre D_Z in scarica

$V_{OUT} = V_Z + V_{\gamma} + V_{\gamma} \quad o \quad V_{OUT} = V_{\gamma} + V_{\gamma} + V_Z$

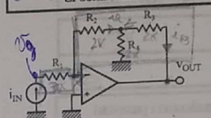
D_Z in diretto

$V_{OUT} = 3.9 + V_\gamma + V_\gamma = 3.9 + 1.4 = 5.3V$



$i_+ = i_- = 0A$
$v_D = 0V \rightarrow v_+ = v_-$

C1 Si consideri il circuito in figura. Determinare la relazione v_{OUT}-i_{IN}. Si consideri l' OPAMP ideale e in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.



R_1 = 3 KΩ, R_2=R_3=R_4=2 KΩ
L_+=-L_-=10V

invertente

LCK ⊗ $i_{IN} = i_R$
LCK ⊙ $i_R = i_{R4} + i_{R3} \Rightarrow$ dato che $R_3 = R_4$, $i_4 = i_3 = \frac{1}{2} i_R$

Quindi $= -(R_1 + R_2 + (R_3 // R_4))\, i_{IN} =$

$= -(3+2+\frac{2 \times 2}{2+2}) k\, i_{IN} = (-3+2+1) k\, i_{IN} =$

$V_x - V_{OUT} = R_3 I_3 \rightarrow I_{R3} = \frac{V_x - V_{OUT}}{R_3}$

C2 Supponendo ora di far variare i_{IN} nell' intervallo [-1mA..1mA] determinare la massima potenza dissipata su ogni resistenza ed erogata dal generatore di corrente e dall' OPAMP. Esplicitare i passaggi.

$\sum P_{diss} = P_{erog}$

$P = R I^2$

$P_{R1max} = i_{INMAX}^2 \cdot R_1 = 3K \cdot (1m)^2 =$
$P_{R2max} = i_{INMAX}^2 \cdot R_2 = 2K \cdot (1m)^2 =$
$P_{R3max} = i_{INMAX}^2 \cdot R_3 = 2K \cdot (1m)^2 =$
$P_{Gmax} = v_{R1} \cdot i_{INMAX} = 3K \cdot (1m)^2 =$

attenuto a nodo massa virtuale e quindi $v_G = v_{R}$

$v_x = v_G + v_{R1} + v_{R2} = 3+3+2 = 8V = v_{R4}$

$P_{R4max} = v_{R4} \cdot i_{INMAX} = 8 \cdot 1mA =$

$P_{OPmax} = P_{R1max} + P_{R2max} + P_{R3max} + P_{R4max}$

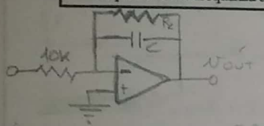
$P_{OPmax} = -P_{Gmax} + P_{R1max} + P_{R2max} + P_{R3max} + P_{R4max} =$
$= -3mW + 3mW + 2mW + 2mW + 8mW =$

Scanned by CamScanner

Elettronica T - Modulo 2 15-9-2015		A	B	C1	C2	Totale
		/8	/8	/8	/8	

cognome	matricola
nome	firma

A Sia dato un filtro attivo passabasso del primo ordine. Si dimensionino i parametri $R_1 R_2$ e C in modo che : l' impedenza di ingresso sia 10KΩ, il guadagno a centro banda sia pari a -5 e la frequenza di taglio sia pari a 15 KHz. Esplicitare i passaggi



$A_{v_0} = -5 \rightarrow -\frac{R_2}{R_1}$

$\frac{R_2}{R_1} = 5 \rightarrow R_2 = 5 R_1 = 50K\Omega = R_F$

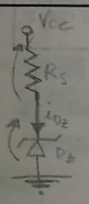
$R_1 = 10K$

$f = 15KHz \rightarrow \omega_{TAGLIO} = 2\pi f = 2\pi 15K \frac{rad}{s}$

$\omega_{TAGLIO} = \frac{1}{C R_F} \Longrightarrow 30\pi K = \frac{1}{C\, 50K}$

$C = \frac{1}{30\pi K \cdot 50K} = 212pF$

B Sia dato un riferimento di tensione a zener. Sia V_Z=5.6V, V_{CC}=10V, P_{DZmax}=250mW. Calcolare il valore minimo di R_S Esplicitare i passaggi



Ipotizzo D_Z in scarica

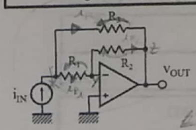
$$\begin{cases} P_{DZ_{MAX}} = i_{DZ} \cdot v_{DZ} \\ i_{DZ} = \frac{V_{CC} - v_{DZ}}{R_S} \end{cases}$$

$P_{DZ_{MAX}} = \frac{V_{CC} - v_{DZ}}{R_S} \cdot v_{DZ}$

$R_S = \frac{(V_{CC} - v_{DZ}) \cdot v_{DZ}}{P_{D_{MAX}}} = \frac{(10-5.6)\cdot 5.6}{250m} = [illegible]$

$\frac{1}{R_1} -$

C1 Si consideri il circuito in figura. Determinare la relazione v_{OUT}-i_{IN} e tracciarne il diagramma per $i_{IN} \in$[-10mA..10mA]. Esplicitare i passaggi.



R_1 = 3 KΩ, R_2=R_3=5 KΩ
L_+=-L_-=10V

Ipotizzo l'opamp ideale $\Rightarrow i_+ = i_- = 0A$

LCK (x) $i_{IN} = i_{R1} + i_{R3}$
LCK (y) $i_{R1} = i_{R2}$
LCK (z) $i_{OUT} = i_{R3} + i_{R2}$

$i_{IN} = i_{OUT}$

$v_{OUT} = -\frac{R_2}{R_1} V_G$

$i_{R_3} = \frac{-V_G - V_{OUT}}{R_3}$

$i_{R1} = \frac{v_G}{R_1}$

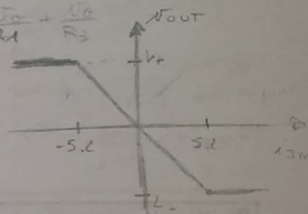
$i_{IN} = \frac{v_G}{R_1} - \frac{v_G - v_{OUT}}{R_3}$

$\frac{v_{OUT}}{R_3} + i_{IN} = \frac{v_G}{R_1} + \frac{v_G}{R_3}$

$v_G\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3}\right) = \frac{v_{OUT}}{R_3} + i_{IN}$

$v_G = \left(\frac{v_{OUT}}{R_3} + i_{IN}\right)\left(\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3}\right)$

$v_{OUT} = -\frac{R_2}{R_1}\left(\frac{v_{OUT}}{R_3} + i_{IN}\right)\left(\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3}\right)$



C2 Supponendo ora che l' OPAMP sia in alto guadagno determinare l' ammettenza di ingresso del circuito. Esplicitare i passaggi.

$Y = \frac{i_{IN}}{v_{IN}}$

$v_{OUT} = -\left(\frac{R_1 v_{OUT}}{R_1 R_3} + i_{IN}\frac{R_2}{R_1}\right)\left(\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3}\right)$

$v_{OUT} = -\left(\frac{R_2 v_{OUT}}{R_1 + R_3} + i_{IN}\frac{R_2 R_3}{R_1 + R_3}\right)$

$v_{OUT} + \frac{R_2 v_{OUT}}{R_1 + R_3} = -\frac{R_2 R_3}{R_1 + R_3} i_{IN}$

$v_{OUT}\left(1 + \frac{R_2}{R_1 + R_3}\right) = -\frac{R_2 R_3}{R_1 + R_3} i_{IN}$

$v_{OUT} = -\frac{\frac{R_2 R_3}{R_1 + R_3}}{1 + \frac{R_2}{R_1 + R_3}} i_{IN} = -\frac{\frac{R_2 R_3}{\cancel{R_1 + R_3}}}{\frac{R_1 + R_2 + R_3}{\cancel{R_1 + R_3}}} i_{IN} = -\frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} i_{IN} =$

$= -\frac{5K \cdot 5K}{3K + 5K + 5K} i_{IN} = -1.92K\, i_{IN}$

$V_G = v_{IN}$

$v_{OUT} = -v_{IN} \cdot \frac{R_2}{R_1}$

$+1.92K\, i_{IN} = +v_{IN} \frac{R_2}{R_1}$

$i_{IN} = \frac{v_{IN} \frac{R_2}{R_1}}{1.92K} = 868.06\mu\, v_{IN}$

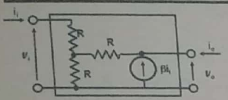
$Y = \frac{868.06\mu\, \cancel{v_{IN}}}{\cancel{v_{IN}}} = 0.868\,S$

Elettronica T -Modulo 2
14-1-2016

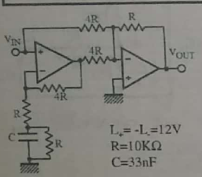
A	B1	B2	B3	Totale
/9	/9	/8	/7	

cognome	matricola
nome	firma

A Sia dato il 2-porte lineare in figura. Calcolare gli elementi della matrice **Z**. Esplicitare i passaggi.



B1 Sia dato il circuito a OPAMP di figura. Nell' ipotesi che entrambi gli OPAMP siano ideali e in alto guadagno, calcolare la funzione di trasferimento e disegnarne il diagramma di Bode del modulo. Esplicitare i passaggi



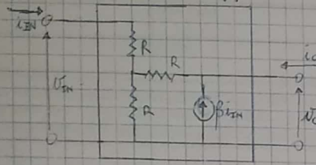
$L_+ = -L_- = 12V$
$R = 10K\Omega$
$C = 33nF$

B2 Si tracci la caratteristica statica per $V_{IN} \in [-12V..12V]$. Esplicitare i passaggi.

B3 Supponendo ora che gli OPAMP abbiano SR=1V/ μs, determinare la massima ampiezza di un segnale sinusoidale con ω= 100 KRAD/s applicato all' ingresso che non induca in limitazione gli OPAMP. Esplicitare i passaggi.

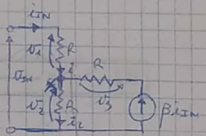
AME 14-01-2016

A) Sia dato il 2-porte lineare in figura. Calcolare gli elementi della matrice Z. Esplicitare i passaggi



$$\begin{bmatrix} v_{IN} \\ v_{OUT} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_I & Z_R \\ Z_F & Z_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{IN} \\ i_{OUT} \end{bmatrix} \Longrightarrow \begin{cases} v_{IN} = Z_I i_{IN} + Z_R i_{OUT} \\ v_{OUT} = Z_F i_{IN} + Z_0 i_{OUT} \end{cases}$$

- Calcolo Z_I annullando i_{OUT}.



$v_{IN} = Z_{IN} i_{IN} + \underbrace{Z_R (i_{OUT})}_{=0} = Z_{IN} i_{IN}$.

Quindi $Z_{IN} = \frac{v_{IN}}{i_{IN}}$.

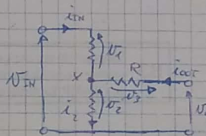
$$\begin{cases} LCK \otimes \; i_{IN} + \beta i_{IN} = i_2 \\ LVK \otimes \; v_{IN} = v_1 + v_2 \end{cases}$$

Dato che $v_1 = R i_{IN}$ e $v_{IN} = R i_2 = R(i_{IN} + \beta i_{IN})$, si ha che

$v_{IN} = R i_{IN} + R i_{IN} + R\beta i_{IN} = 2R i_{IN} + R\beta i_{IN} = i_{IN}(2R + R\beta)$

Quindi $Z_{IN} = \frac{v_{IN}}{i_{IN}} = \frac{\cancel{i_{IN}}(2R + R\beta)}{\cancel{i_{IN}}} = R(2+\beta)$.

- Calcolo Z_R annullando i_{IN}



$v_{IN} = \underbrace{Z_{IN}(0)}_{=0} + Z_R i_{OUT} = Z_R i_{OUT}$

Quindi $Z_R = \frac{v_{IN}}{i_{OUT}}$.

Annullo il generatore dipendente in quanto $i_{IN} = 0$.

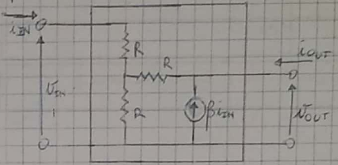
$$\begin{cases} LCK \otimes \; \underbrace{\cancel{i_{IN}}}_{=0} + i_{OUT} = i_2 \Rightarrow i_2 = i_{OUT} \\ LVK \otimes \; v_{IN} = v_1 + v_2 \end{cases}$$

Dato che $v_1 = R i_{IN} = 0$ e $v_2 = R i_2 = R i_{OUT}$, si ha che

$v_{IN} = v_2 = R i_{OUT}$.

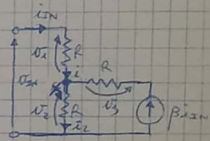
AME 14-01-2016

A) Sia dato il 2-porte lineare in figura. Calcolare gli elementi della matrice Z. Esplicitare i passaggi



$$\begin{bmatrix} v_{IN} \\ v_{OUT} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_I & Z_R \\ Z_F & Z_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{IN} \\ i_{OUT} \end{bmatrix} \Longrightarrow \begin{cases} v_{IN} = Z_I i_{IN} + Z_R i_{OUT} \\ v_{OUT} = Z_F i_{IN} + Z_0 i_{OUT} \end{cases}$$

- Calcolo Z_I annullando i_{OUT}.



$v_{IN} = Z_{IN} i_{IN} + \underbrace{Z_R (i_{OUT})}_{=0} = Z_{IN} i_{IN}$.

Quindi $Z_{IN} = \frac{v_{IN}}{i_{IN}}$.

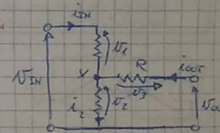
$$\begin{cases} LCK \otimes \; i_{IN} + \beta i_{IN} = i_2 \\ LVK \otimes \; v_{IN} = v_1 + v_2 \end{cases}$$

Dato che $v_1 = R i_{IN}$ e $v_{IN} = R i_2 = R(i_{IN} + \beta i_{IN})$, si ha che

$v_{IN} = R i_{IN} + R i_{IN} + R\beta i_{IN} = 2R i_{IN} + R\beta i_{IN} = i_{IN}(2R + R\beta)$

Quindi $Z_{IN} = \frac{v_{IN}}{i_{IN}} = \frac{\cancel{i_{IN}}(2R + R\beta)}{\cancel{i_{IN}}} = R(2+\beta)$.

- Calcolo Z_R annullando i_{IN}



$v_{IN} = \underbrace{Z_{IN}(0)}_{=0} + Z_R i_{OUT} = Z_R i_{OUT}$

Quindi $Z_R = \frac{v_{IN}}{i_{OUT}}$.

Annullo il generatore dipendente in quanto $i_{IN} = 0$.

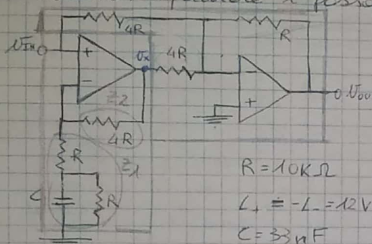
$$\begin{cases} LCK \otimes \; \underbrace{\cancel{i_{IN}}}_{=0} + i_{OUT} = i_2 \Rightarrow i_2 = i_{OUT} \\ LVK \otimes \; v_{IN} = v_1 + v_2 \end{cases}$$

Dato che $v_1 = R i_{IN} = 0$ e $v_2 = R i_2 = R i_{OUT}$, si ha che

$v_{IN} = v_2 = R i_{OUT}$.

1

1) Sia dato il circuito a OPAMP di figura. Nell'ipotesi che entrambi gli OPAMP siano ideali e in alto guadagno, calcolare la funzione di trasferimento e disegnare il diagramma di Bode del modulo. Esplicitare i passaggi.



$R = 10 K\Omega$

$L_+ = -L_- = 12V$

$C = 33 nF$

Suddivido il circuito in due stadi: il primo stadio è un amplificatore lineare non invertente mentre il secondo stadio corrisponde a un sommatore invertente.

Analizziamo il primo stadio. $[v_x = v_{OUT1} = v_{IN2}]$

$$v_x = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_1} v_{IN} = \frac{Z_1 + 4R}{Z_1} v_{IN}.$$

$$Z_1 = R + (R // C) = R + \left(\frac{R \cdot \frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}}\right) = R + \left(\frac{R \cdot \frac{1}{j\omega C} \cdot j\omega C}{\frac{1 + j\omega CR}{j\omega C}}\right) =$$

$$= R + \frac{R}{1 + j\omega CR} = \frac{(1 + j\omega CR)R + R}{1 + j\omega CR} = R\left(\frac{2 + j\omega CR}{1 + j\omega CR}\right)$$

Quindi si ha:

$$v_x = \frac{R\left(\frac{2 + j\omega CR}{1 + j\omega CR}\right) + 4R}{R\left(\frac{2 + j\omega CR}{1 + j\omega CR}\right)} v_{IN} = \frac{\frac{R(2 + j\omega CR) + 4R(1 + j\omega CR)}{1 + j\omega CR}}{R\left(\frac{2 + j\omega CR}{1 + j\omega CR}\right)} v_{IN}$$

$$= \frac{R((2 + j\omega CR) + 4(1 + j\omega CR))}{R(2 + j\omega CR)} v_{IN} = \frac{6 + 5j\omega CR}{2 + j\omega CR} v_{IN}.$$

Passiamo al secondo stadio.

$$v_{OUT} = -\left(\frac{v_x}{4} + \frac{v_{IN}}{4}\right) = -\left(\frac{v_{IN}}{4} + \frac{1}{4}\left(\frac{6 + 5j\omega CR}{2 + j\omega CR}\right) v_{IN}\right) =$$

$$= -\left(\left(\frac{1}{4} + \frac{1}{4}\left(\frac{6 + 5j\omega CR}{2 + j\omega CR}\right)\right) v_{IN}\right) = -\left(\frac{1}{4} + \frac{6 + 5j\omega CR}{8 + 4j\omega CR}\right) v_{IN} =$$

$$= -\left(\frac{8 + 4j\omega CR + 4(6 + 5j\omega CR)}{4(8 + 4j\omega CR)}\right) v_{IN} =$$

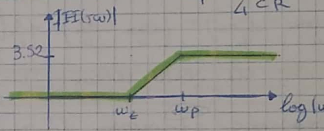
$$= -\left(\frac{4(1 + j\omega CR) + 4(6 + 5j\omega CR)}{4(8 + 4j\omega CR)}\right) v_{IN} = -\left(\frac{4(8 + 6j\omega CR)}{4(8 + 4j\omega CR)}\right) v_{IN} =$$

$$= -\left(\frac{8 + 6j\omega CR}{8 + 4j\omega CR}\right) v_{IN}$$

$$H(j\omega) = -\frac{1 + \frac{3}{4} j\omega CR}{1 + \frac{1}{2} j\omega CR}$$

$$\omega_z = \frac{8}{6CR} = 4.040 K \frac{rad}{s}$$

$$\omega_p = \frac{8}{4CR} = 6.060 K \frac{rad}{s}$$



$$20 \log\left(\frac{8 \cdot 6}{8 \cdot 4}\right) = 3.52$$

2) Si tracci la caratteristica statica per $v_{IN} \in [-12V, 12V]$. Esplicitare i passaggi.

Considero nulla la capacità.

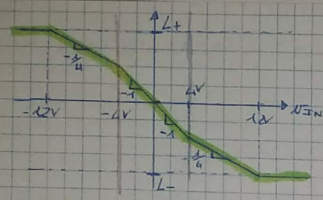
Considerando il primo opamp ideale e in alto guadagno, si ha: $v_x = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_1} v_{IN} = \frac{(R + R) + 4R}{R + R} v_{IN} = \frac{6R}{2R} v_{IN} = 3 v_{IN}$

Analogamente per il secondo opamp si ha che:

$$v_{OUT} = \left(-\frac{v_x}{4} + \frac{v_{IN}}{4}\right).$$

Se entrambi gli opamp ~~fossero in alto guadagno~~, si avrebbe

$$v_{OUT} = -\left(\frac{v_{IN}}{4} + \frac{3}{4} v_{IN}\right) = -v_{IN}$$



Ipotizzo che il primo opamp saturi prima del secondo. Si avrebbe: $L_+ = 3v_{IN} \Rightarrow v_{IN} = 4V$

Quindi $v_{OUT} = -4V$.

Di conseguenza la v_x del sommatore è pari a 12V.

Quindi $v_{OUT} = -\left(\frac{v_{IN}}{4} + \frac{v_x}{4}\right) = -\left(\frac{v_{IN}}{4} + \frac{12}{4}\right) = -\frac{1}{4}(v_{IN} + 12)$.

B3) Supponendo ora che gli OPAMP abbiano $SR = \frac{1V}{\mu s}$, determinare la massima ampiezza di un segnale sinusoidale con $w = 100\,K\frac{rad}{s}$ applicato all'ingresso che non induca in limitazione gli OPAMP. Esplicitare i passaggi.

$SR = \left|\frac{dv_{OUT}}{dt}\right|_{max} = \frac{1V}{\mu s}$

$v_{IN} = V_M \sin(w_0 t)$

$\left|\frac{v_{out}}{dt}\right| = H(jw)V_{IN} = H(jw)\,V_M \sin(w_0 t) = |V_M w_0 H(jw) \cos(w_0 t)|$

Considero il caso peggiore in cui $\cos(w_0 t) = \pm 1$.

$\left|\frac{v_{out}}{dt}\right| = SR = V_M w_0 |H(jw)|$

Dato che $w \gg w_z$ e $w \gg w_p$, considero $w \to \infty$.

Considerando il caso più critico, si ha che l'opamp 1 è saturo mentre il secondo è ancora in HO.

Dato che $|v_{OUT}| = |-v_{IN}| = v_{IN}$ e che

$v_x = v_{IN_2}$, si ha $v_{OUT} = v_{IN_2}$.

Quindi $|H(jw)|_{w\to\infty} = |H(jw)_1|_{w\to\infty} = 5$

Per cui, $SR = V_M w_0 5$

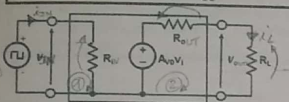
$V_{M_{max}} = \frac{SR}{w_0 5} = \frac{\frac{1V}{\mu s}}{5 \cdot 100K\frac{rad}{s}} = 2$

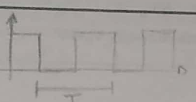
Elettronica T -Modulo 2
28-1-2016

A	B1	B2	C	Totale
/10	/12	/5	/5	

cognome	matricola
nome	firma

A Sia dato l'amplificatore lineare in figura. Calcolare il rendimento nelle condizioni indicate. Esplicitare i passaggi.





$\eta \triangleq \frac{P_{OUT}}{P_S}\%$

V_i= SQW(0V , 1V , 1KHz , 50%)
R_i=500Ω, R_o=1KΩ, R_L=2KΩ
A_{V0}=3, V_{CC}=5V, I_{CC}=1mA, I_{GND}=1mA

$P_{OUT} = R_L i_L^2 = v_{OUT} \cdot i_L$

$V_{IN} = 0V/1V$

$i_{IN} = \frac{v_{IN}}{R_{IN}} = \frac{0V/1V}{500\Omega} = 0A/2mA$

$v_G = A_{V0} v_{IN} = 0V/3V$

$P_S = V_{CC} \cdot i_{CC} = 5V \cdot 1mA = 5mW$

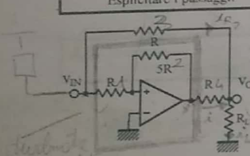
LVK ② $A_{V0} v_{IN} = R_{OUT} i_L + R_L i_L$

$i_L = \frac{A_{V0} v_{IN}}{R_{OUT} + R_L} = \frac{0V/3V}{1K\Omega + 2K\Omega} = 0A/1mA$

$P_{OUT} = R_L \cdot i_L^2 = 2K\Omega \cdot (1mA)^2 = 2mW$

$\eta = \frac{P_{OUT}}{P_S}\% = \frac{2mW}{5mW}\% = 40\%$

B1 Sia dato il circuito a OPAMP di figura. Nell' ipotesi che l' OPAMP sia ideale, calcolare la relazione v_{OUT} - v_{IN} e tracciare la caratteristica statica per $V_{IN} \in$ [-5V..5V]. Esplicitare i passaggi.



$L_+ = -L_- = 10V$
R=20KΩ
R_L=20KΩ

$i_L = \frac{v_{OUT}}{R_L}$

$i = \frac{v_x - v_{OUT}}{R}$

$v_x - Ri - R_L i_L = v_{IN}$

$v_x - 2Ri - R_L i_L = v_{IN}$

$V_{OUT} = V_{in} - V_x$

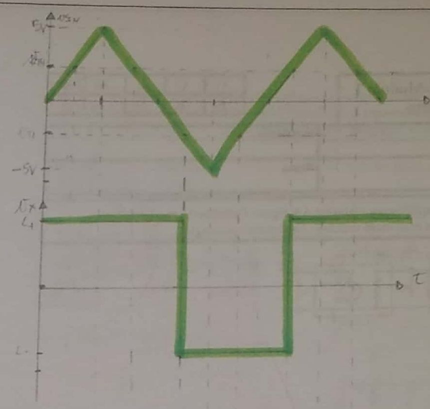
$v_{TH} = -L \frac{R_1}{R_2} = 2$

$v_{TL} = -L \frac{R_1}{R_2} = -2$

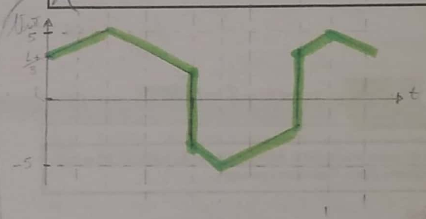
v_{OUT} $\frac{v_{IN} \pm L}{3}$

$= v_x + v_{IN} = \frac{v_{IN} - L_+}{3}$

$V_{in} - V_{OUT} = R I_1$



B2 Determinare l' impedenza di ingresso del circuito per V_{IN}=3V . Esplicitare i passaggi.



C Sia dato un ADC. Sapendo che la dinamica di ingresso è 5V, calcolare in numero minimo di bit affinché la risoluzione sia migliore di 1mV. Esplicitare i passaggi.

$Z_{IN} = \frac{v_{IN}}{i_{IN}}$ $\quad i_{IN} = i_{R_1} + i_{R_2} = \frac{v_{IN} - L}{R + 5R} + \frac{v_{IN} - v_{OUT}}{R}$

$i_{IN} = \frac{v_{IN} - 10}{6R} + \frac{v_{IN} - v_{OUT}}{R} \Rightarrow i_{IN} = \frac{v_{IN} - 10}{6R} + \frac{v_{IN}}{R} - \frac{1}{R}\left(\frac{v_{IN} - 10}{3}\right)$

$i_{IN} = \frac{1}{R}\left(\frac{v_{IN} - 10}{6} + v_{IN} - \frac{v_{IN} + 10}{3}\right) = \frac{1}{R}\left(\frac{3-10}{6} + 3 - \frac{3+10}{3}\right) = \frac{-2.5}{3}$

$Z_{IN} = \frac{v_{IN}}{i_{IN}} = \frac{3}{-0.125mA} = 24K\Omega$

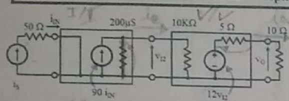
Scanned by CamScanner

Elettronica T -Modulo 2 17-2-2016

A1	A2	B1	B2	Totale
/9	/6	/8	/9	

cognome	matricola
nome	firma

A1 Sia dato l' amplificatore multistadio di figura. Calcolare la transimpedenza dv_O/di_{IN} nelle condizioni indicate. Esplicitare i passaggi.

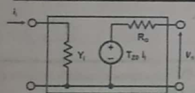


$$\frac{dv_O}{di_{IN}} = \frac{dv_{OUT}}{dv_{i1}} \cdot \frac{dv_{i1}}{di_{IN}}$$

$+10K$

$\frac{v_{i1}}{i_{i2}} = 300K \qquad = 300K \cdot 8 =$

A2 Dell' amplificatore del punto precedente si calcolino i valori dei parametri del modello equivalente della seguente figura. Esplicitare i passaggi.

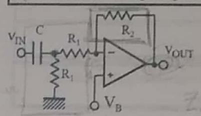


$= 0V \Rightarrow \quad = \frac{i_{TEST}}{0} \rightarrow \quad \frac{dv_{OUT}}{di_{IN}} = 300K \cdot 12 =$

$v_{OUT} = 12 v_{i2} \cdot \quad \frac{dv_{OUT}}{dv_{i2}} = 12 \quad \frac{dv_{i2}}{di_{IN}} = 300K$

$i_{i2} = 90 i_{IN} \cdot \frac{\ }{\ + 10K} = 30\, i_{IN} \quad v_{i1} = 30 i_{IN} \cdot 10K = 300K\, i_{IN}$

B1 Del circuito in figura determinare la relazione ingresso-uscita. Si ipotizzi l' OPAMP ideale e in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.



v_{IN}=10mV· sin(ω_0t), V_B=1V

$$v_{OUT} = -\frac{R_2}{2R_1} \frac{j\omega C R_1}{1 + \frac{1}{2} j\omega C R_1} v_{IN} + \frac{2R_1 + R_2}{2R_1} V_B$$

B2 Dimensionare C,R_1 e R_2 in modo che a) l' impedenza di ingresso a 10 KHz sia pari a 10 KΩ , b) Il segnale di uscita abbia valor medio 2V e c) la frequenza di taglio inferiore rispetto all' ingresso sia 80Hz . Esplicitare i passaggi.

a) × frequenze elevate, C equivale a un cortocircuito. quindi si ho:

$Z_{IN} = \frac{R_1}{2} \Rightarrow R_1 = 2 Z_{IN} = 2 \cdot 10K = 20K$

b) Annullo v_{IN}.

$v_{OUT_M} = \frac{2R_1 + R_2}{2R_1} V_B \Rightarrow 2 = \frac{2R_1 + R_2}{2R_1} \Rightarrow 4R_1 = 2R_1 + R_2 \Rightarrow R_2 = 2R_1 = 2 \cdot 20K =$

$\omega_{TAGLIO} = 2\pi f_{TAGLIO} = 2\pi \cdot 80Hz = 502.65 \frac{rad}{s} = -54.03 db$

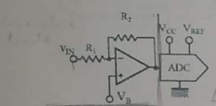
$\mu = 10^{\frac{db}{20}} = 10^{\frac{-54.03}{20}} = 1.99m \qquad \frac{CR_1}{2} = \mu \Rightarrow C = \frac{\mu \cdot 2}{R_1} = \frac{1.99m \cdot 2}{20K} =$

Elettronica T -Modulo 2
7-6-2016

A1	A2	B1	B2	Totale
9 /9	6 /6	/9	8 /8	

cognome	matricola
nome	firma

A1 Sia dato il sistema di conversione A/D di figura. Dimensionare i parametri $G=R_2/R_1$ e V_B dello stadio amplificatore in modo che all' ingresso del convertitore la tensione abbia valori compresi nell' intervallo $[0..V_{Ref}]$ sapendo che il segnali di ingresso V_{IN} può variare nell' intervallo $V_{IN}\in[-120mV .. +120mV]$. Esplicitare i passaggi.



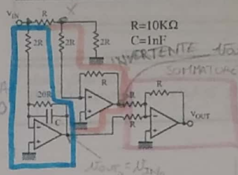
$V_{REF}=4.096V$

$V_{OUT} = -\frac{R_2}{R_1} V_{IN} + V_B\left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)$

A2 Dimensionare R_1 ed R_2 in modo che l' impedenza di ingresso dello stadio sia 30 KΩ. Esplicitare i passaggi.

$G \cdot R_1 = 17.30K$

B1 Del circuito in figura determinare l' impedenza di ingresso e la funzione di trasferimento. Si ipotizzino tutti gli l' OPAMP ideali e in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.

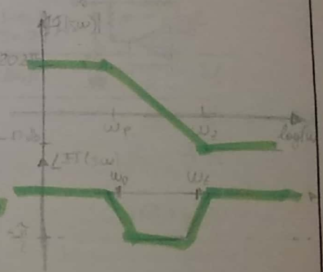


R=10KΩ
C=1nF

$V_{OUT} = V_{OUT_{sommatore}} = -\frac{R_2}{R_1}(V_{IN_1} + V_{IN_2})$

$H(j\omega) = \frac{41+20j\omega CR}{4+80j\omega CR} = \frac{41}{4}\frac{1+\frac{20}{41}j\omega CR}{1+20j\omega CR}$

B2 Si traccino i diagrammi di Bode (ampiezza e fase) della funzione di trasferimento. Si calcolino inoltre le pulsazioni di eventuali poli e zeri. Esplicitare i passaggi.

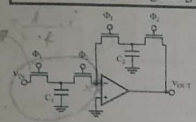


Elettronica T -Modulo 2 1-7-2016

A	B1	B2	B3	Totale
/7	/9	/8	/8	

cognome	matricola
nome	firma

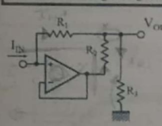
A1 Sia dato il circuito a capacità commutate di figura. Calcolate il valore di C_2 e della frequenza del clock in modo che 1) Z_{IN}=10KΩ, 2) A_V= - 5. si supponga l' OPAMP ideale e in alto guadagno. Esplicitate i passaggi.



C_1 =18pF

$C_2 = \frac{C_1}{5}$ = 3.6pF

B1 Del circuito di figura si ricavi la relazione V_{OUT}-I_{IN} . Si supponga l' OPAMP ideale e in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.



L_+= -L_-=15V
R_1=27 KΩ,
R_2=39 KΩ,
R_3=8.2 KΩ

$V_{OUT} = R_3 I_{IN}\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right)$

V_{IN} = costante
$C \equiv$

B2 Si tracci ora la caratteristica statica V_{OUT}-I_{IN} per $I_{IN} \in$ [0..1mA]. Si supponga l' OPAMP ideale. Esplicitare i passaggi.

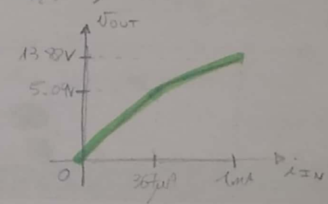
$V_{OUT} = R_3\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right) I_N$ → I_{IN} = 0A, V_{OUT} = 0V
→ I_{IN} = 1mA, V_{OUT} = 13.88V

considero opamp saturo, quindi $V_x = V_{OUT} = 15 = L_+$

$V_x = V_{OUT} + R_1 i_{IN} \Longrightarrow 15 = V_{OUT} + R_1 i_{IN} \Rightarrow 15 = \left(R_3\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right)+R_1\right) i_{IN}$

$i_{IN} = \frac{15}{R_3\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right)+R_1} = \frac{15}{8.2K\left(1+\frac{27K}{39K}\right)+27K} = 367\mu A$

$V_{OUT} = R_3\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right)\cdot 367\mu A = 5.09V$



B3 Si calcolino l' impedenza di ingresso e di uscita del circuito. Si supponga l'OPAMP ideale e in alto guadagno. Esplicitare i passaggi.

metto una V_{TEST} in ingresso e annullo la corrente in uscita

$i_{TEST} = \frac{V_{IN} - V_{OUT}}{R_1} \Longrightarrow V_{OUT} = V_{IN} - R_1 i_{TEST}$

$R_3\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right) I_N = V_{IN} - R_1 i_{TEST} \Longrightarrow R_3\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right) i_{TEST} = V_{TEST} - R_1 i_{TEST}$

$V_{TEST} = R_1 i_{TEST} + R_3\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right) i_{TEST} = i_{TEST}\left(R_1 + \frac{R_3}{R_2}(R_1+R_2)\right)$

$Z_{IN} = \frac{V_{TEST}}{i_{TEST}} = \frac{i_{TEST}\left(R_1+\frac{R_3}{R_2}(R_1+R_2)\right)}{i_{TEST}} = R_1 + \frac{R_3}{R_2}(R_1+R_2) \cong$ 40.93K

metto una V_{TEST} in uscita annullando la corrente di ingresso

$i_{TEST} = \frac{V_{OUT}}{R_3} \Longrightarrow i_{TEST} = \frac{V_{TEST}}{R_3}$

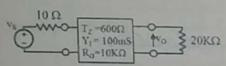
$Z_{OUT} = \frac{V_{TEST}}{i_{TEST}} = \frac{V_{TEST}}{\frac{V_{TEST}}{R_3}} = R_3$ = 8.2K Ω

Elettronica T -Modulo 2
15-9-2016

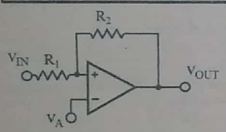
A	B1	B2	B3	Totale
/7	/10	/8	/7	

cognome	matricola
nome	firma

A1 Calcolare $A_V = dv_O/dv_S$. Esplicitare i passaggi.



B1 Del circuito in figura calcolare la caratteristica statica V_{OUT}-V_{IN} per $V_{IN} \in [-5V..5V]$. Esplicitare i passaggi.



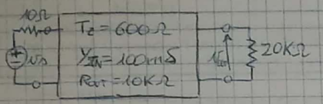
$L_+ = -L_- = 6V$
$R_1 = 10\ K\Omega$,
$R_2 = 20\ K\Omega$,
$V_A = 1V$

B2 Sia ora applicato all' ingresso un segnale tipo onda triangolare con simmetria 50%, valor medio 0.5V, V_{PP}=10V e frequenza 50KHz. Si tracci l' andamento in funzione del tempo del segnale di uscita V_{OUT}. Esplicitare i passaggi.

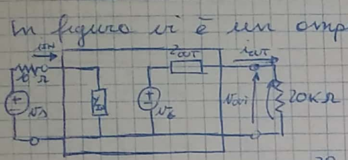
B3 Calcolare il duty cycle del segnale in uscita nelle ipotesi del punto B2. Esplicitare i passaggi.

ESAME 15-09-2016

A) Calcolare $A_V = \frac{dv_{OUT}}{dv_S}$. Esplicitare i passaggi.



In figura vi è un amplificatore i/v.



$$\begin{cases} v_G = T_Z \cdot i_{IN} = 600\, i_{IN} = \cancel{600}^{30} \frac{v_S}{\cancel{20}} = 30 v_S \\ i_{IN} = \frac{v_S}{10 + \frac{1}{100m}} = \frac{v_S}{20} \end{cases}$$

$A_V = \frac{d v_{OUT}}{d v_S}$

$i_{OUT} = \frac{v_{OUT}}{20K}$

$v_{OUT} = v_G - Z_{OUT} \cdot \frac{v_{OUT}}{20K} = v_G - \cancel{10K}^{1} \frac{v_{OUT}}{\cancel{20K}_2}$

$v_{OUT} = v_G - \frac{v_{OUT}}{2}$

$v_{OUT} + \frac{v_{OUT}}{2} = v_G$

$v_{OUT} + \frac{v_{OUT}}{2} = 30\, v_S$

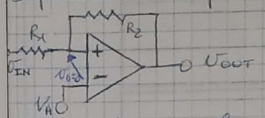
$\frac{3}{2} v_{OUT} = 30\, v_S$

$v_{OUT} = \frac{\cancel{30}^{10} \cdot 2}{\cancel{3}_1} v_S = 20\, v_S$

$\frac{dv_{OUT}}{dv_S} = A_V = 20$

1

B1) Del circuito in figura, calcolare la caratteristica statica $V_{OUT} - v_{IN}$ per $v_{IN} \in [-5V, 5V]$. Esplicitare i passaggi.



$R_1 = 10K\Omega$ $\quad V_A = 1V$

$R_2 = 20K\Omega$ $\quad L_+ = -L_- = 6V$

Il circuito in figura è un multivibratore bistabile non invertente.

Suppongo che l'opamp sia ideale.

$v_0 = L_+$ o L_-. $\quad \boxed{v_{TH} = v_{IN} = v_{TL}}$

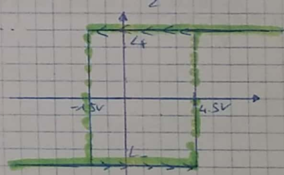
$\frac{v_{TH} - V_A}{R_1} = \frac{V_A - v_{OUT}}{R_2} \Rightarrow \frac{v_{TH} - V_A}{R_1} = \frac{V_A - L_-}{R_2} \Rightarrow \frac{v_{TH} - 1}{10K} = \frac{1+6}{20K}$

$\frac{v_{TH}}{10K} - \frac{1}{10K} = \frac{7}{20K} \Rightarrow \frac{v_{TH}}{10K} = \frac{7}{20K} + \frac{1}{10K} \Rightarrow v_{TH} = \left(\frac{7}{20K} + \frac{1}{10K}\right) 10K =$

$= \left(\frac{9}{\cancel{20K}_2}\right) \cancel{10K} = 4.5V$

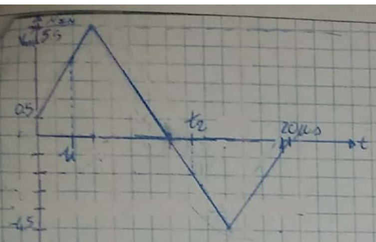
$\frac{v_{TL} - V_A}{R_1} = \frac{V_A - v_{OUT}}{R_2} \Rightarrow \frac{v_{TL} - V_A}{R_1} = \frac{v_A - L_+}{R_2} \Rightarrow \frac{v_{TL} - 1}{10K} = \frac{1-6}{20K}$

$v_{TL} = \left(-\frac{5}{20K} + \frac{1}{10K}\right) 10K = \left(-\frac{3}{\cancel{20K}_2}\right) \cancel{10K} = -1.5V$



B2) Ora applichiamo all'ingresso un segnale tipo onda triangolare con simmetria 50% valor medio 0.5V, $V_{PP} = 10V$ e frequenza 50KHz. Si tracci l'andamento in funzione del tempo del segnale in uscita V_{OUT}.

2 Esplicitare i passaggi



$T = \frac{1}{50 KHz} = 20 \mu s$

$\Delta_V = V_{MAX} - V_{MEDIO} =$
$= 5.5 - 0.5 = 5V$

Dato la simmetria al 50%, rispetto a 0V si ha che V_{MAX} si raggiunge a un $\frac{T}{4}$, quindi $5 \mu s$ per arrivare da 0.5V a 5.5V

Quindi $t_1 = 4 \mu s$ mentre $t_2 = 5 \mu s + 7 \mu s = 12 \mu s$

da 0.5 a 5.5V   da 5.5V a -1.5V

B3) Calcolare il duty cycle del segnale in uscita nelle ipotesi del punto B2. Esplicitare i passaggi.

DC (Duty Cycle) = $\frac{T_{RISE}}{T} * 100$.

$T_{RISE} = t_2 - t_1 = 12 \mu s - 4 \mu s = 8 \mu s$

Quindi, $DC = \frac{\cancel{8 \mu s}^{1}}{\cancel{20 \mu s}_{5}} * \cancel{100}^{40} = 40\%$

Elettronica T -Modulo 2
17-2-2012

A	B	C1	C2	Totale
/7	/8	/10	/8	

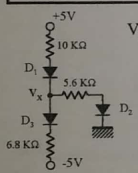
cognome	**matricola**
nome	**firma**

A Sia dato un amplificatore caratterizzato dalla seguente relazione ingresso-uscita:

$$v_{OUT} = a \cdot v_{in}^3 + b \cdot v_{in}^2 + 10V$$

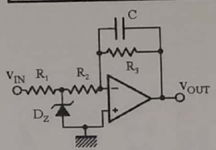
Si calcolino i parametri ***a*** e ***b*** in modo che per $v_{in} = 2V$ sia $A_V=0$ e $v_{OUT}=2V$.
Esplicitare i passaggi ed indicare le dimensioni dei parametri

B Si consideri il circuito in figura. Si calcoli il valore di V_X. Esplicitare i passaggi



$V_\gamma=0.7V$

C1 Del circuito in figura determinare la funzione di trasferimento statica per $V_{IN} \in [-5V .. 5V]$. Tracciarne l' andamento nel piano V_{OUT}-V_{IN}. Esplicitare i passaggi.



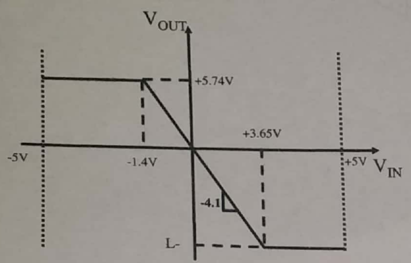
$R_1 = R_2 = 10\ K\Omega$
$R_3 = 82\ K\Omega$
$C = 100\ nF$
$L_+ = -L_- = 15V$
$V_Z=3.9V$, $V_\gamma=0.7V$

C2 Supponendo ora applicato all' ingresso un segnale di ampiezza massima 1V, Tracciare i diagrammi di Bode (ampiezza e fase) indicando la posizione degli eventuali zeri e poli. Esplicitare i passaggi.

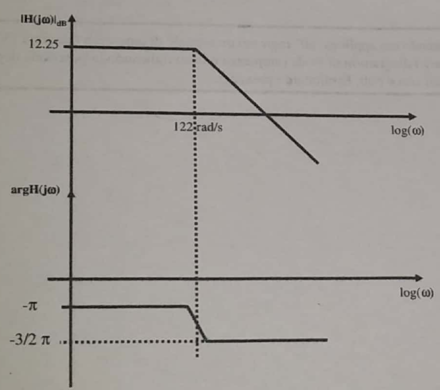
A. $a = 2V^{-2}$, $b = -6V^{-1}$

B. $V_X = -0.82V$

C.



D.



17/2/2012

A) Relazione Ingresso-Uscita $\rightarrow V_{out} = a V_{in}^3 + b V_{in}^2 + 10v$

con $V_{in} = 2v$; $A_v = 0$; $V_{out} = 2v$

① Si ha che $A_v = \frac{dV_{out}}{dV_{in}} = 3a V_{in}^2 + 2b V_{in}$ con $V_{in} = 2v$

$= 3a[4] + 2b[2]$

$= 12a + 4b \Rightarrow b = -3a$

② Sappiamo che $V_{out} = 2v$ e che

$V_{out} = a V_{in}^3 + b V_{in}^2 + 10v = 2v$

$a V_{in}^3 - 3a V_{in}^2 + 10v = 2v$

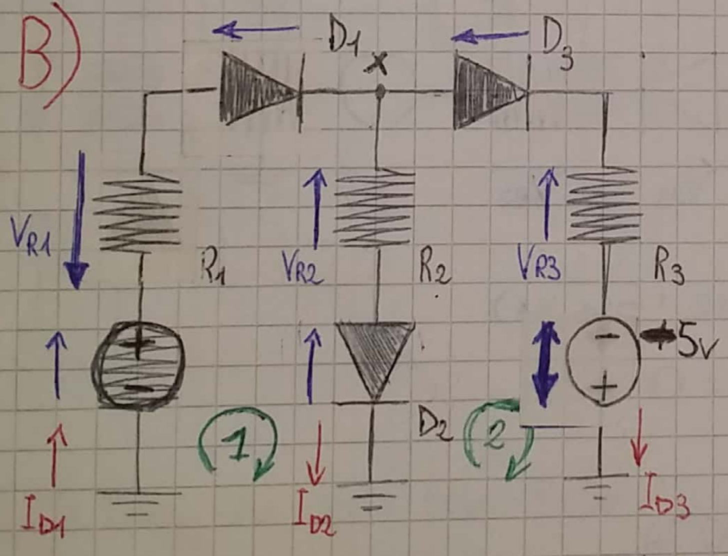
$a[2^3] - 3a[2^2] + 10v = 2v$

$8a - 12a = -8v$

$-4a = -8v \Rightarrow a = 2$

③ Dato che $a = 2v^{-2} \Rightarrow b = -6v^{-1}$

B)



LVK "1" $5v - V_{R1} - V_{D1} - V_{R2} - V_{D2} = 0$

$= 5v - R_1 I_{D1} - V_{D1} - R_2 I_{D2} - V_{D2} = 0$

$= 5v - R_1 I_{D1} - R_2 I_{D2} - 2V_\gamma = 0$

LVK "2" $V_{D2} + V_{R2} - V_{D3} - V_{R3} + 5v = 0$

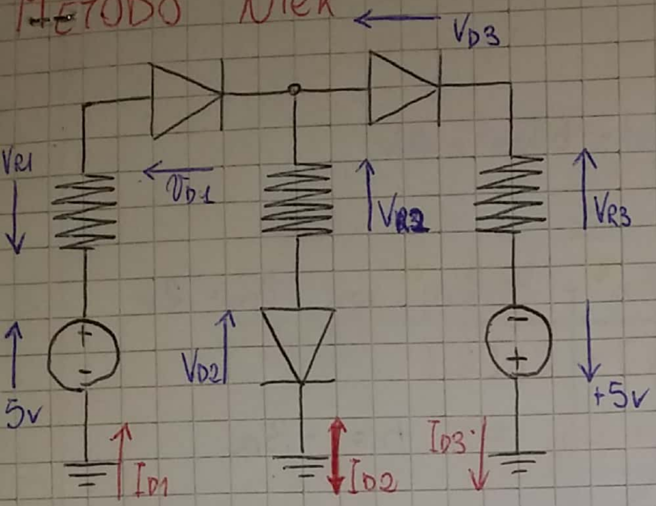
LCK "x" $I_{D1} = I_{D2} + I_{D3}$

TUTTI DIODI ON

$R_1 = 10k$; $R_2 = 5{,}6k$; $R_3 = 6{,}8k$

$$\begin{cases} I_{D1} = I_{D2} + I_{D3} \\ V_x = 5v - R_1 I_{D1} - V_{D1} \\ V_x = V_{D2} + R_2 I_2 \\ V_x = -5v + R_3 I_3 + V_{D3} \end{cases} \quad \begin{cases} V_x = 5v - R_1 I_{D2} - R_1 I_{D3} - 0{,}7v \\ V_x = 0{,}7 + R_2 I_2 \\ V_x = -4{,}3 + R_3 I_3 \end{cases} \quad \begin{cases} V_x = 5v - R_1 I_{D2} - R_1 I_{D3} - 0{,}7 \\ I_{D2} = \frac{V_x - 0{,}7}{R_2} \\ I_{D3} = \frac{V_x + 4{,}7}{R_3} \end{cases}$$

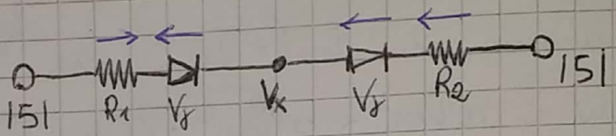
Metodo Niek



$V_\gamma = 0{,}7v$

LCK "x" $I_{D1} = I_{D2} + I_{D3}$

e che $V_x = 5_v - R_1 I_{D1} - V_\gamma$

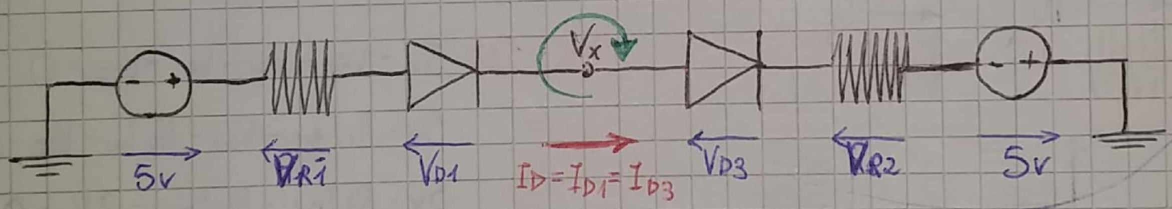


$R_1 = 10k\Omega$; $R_2 = 5{,}6k\Omega$; $R_3 = 6{,}8k\Omega$

Se $R_1 = R_2 \Rightarrow V_x = 0$ per simmetria, ma $R_2 < R_1$ quindi $R_2 I_2$ contribuirà negativamente, portando $V_x < 0 \Rightarrow D_2 = OFF$

Infatti per avere D_2 acceso si ha che $[V_x - R_2 I_2] - V_{D2} \geq V_\gamma$ cosa non possibile dato che $V_x < 0$

② Il circuito risultante è



LVK "x" $5v - V_{R1} - V_{D1} - V_{D3} - V_{R2} + 5v = 0$

$= 10 - R_1 I_D - 2V_\gamma - R_2 I_D = 0$

$= 8{,}6 - I_D(R_1 + R_2) = 0$

$\Rightarrow I_D = \dfrac{8{,}6}{R_1 + R_2} = 5{,}12 \times 10^{-4} A$

$\Rightarrow V_x = 5v - R_1 I_{D1} - V_\gamma$

$= 5v - R_1 I_D - V_\gamma$

$= -0{,}82\ v$

METODO LFR

$$\begin{cases} V_x = 5v - R_1 I_{D2} - R_1 I_{D3} - 0{,}7 \\ I_{D2} = \dfrac{V_x - 0{,}7}{R_2} \\ I_{D3} = \dfrac{V_x + 4{,}3}{R_3} \end{cases}
\qquad
\begin{cases} V_x = 4{,}3 - \dfrac{R_1}{R_2} V_x + \dfrac{R_1}{R_2}(0{,}7) - \dfrac{R_1}{R_3} V_x - \dfrac{R_1}{R_3}(4{,}3) \\ I_{D2} = \dfrac{V_x - 0{,}7}{R_2} \\ I_{D3} = \dfrac{V_x + 4{,}3}{R_3} \end{cases}$$

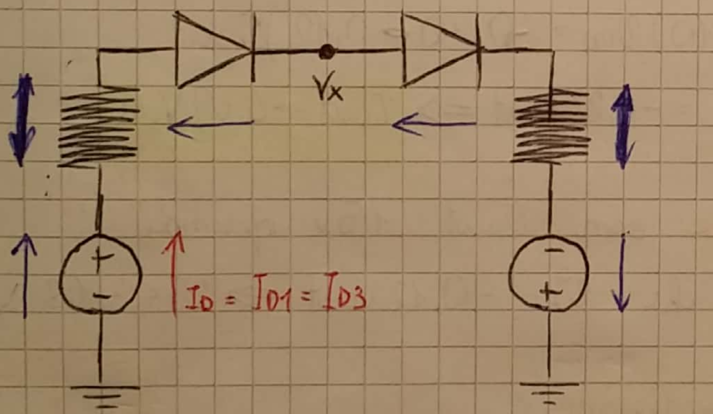
$$\begin{cases} \left(1 + \dfrac{R_1}{R_2} + \dfrac{R_1}{R_3}\right) V_x = 4{,}3 + \dfrac{R_1}{R_2}(0{,}7) - \dfrac{R_1}{R_3}(4{,}3) \\ I_{D2} = \dfrac{V_x - 0{,}7}{R_2} \\ I_{D3} = \dfrac{V_x + 4{,}3}{R_3} \end{cases}
\qquad
\begin{cases} V_x = -0{,}181 \\ I_{D2} = \dfrac{V_x - 0{,}7}{R_2} \\ I_{D3} = \dfrac{V_x + 4{,}3}{R_3} \end{cases}$$

Dato che $V_x < 0$ allora $D_2 = OFF$ perche $[V_x - R_2 I_2] - \text{Terra} \geq V_\gamma$ per avere il diodo acceso, ma dato che $V_x < \emptyset$ l'equazione sopra non sarà mai verificata.

PROVA CHE $D_2 = OFF \longrightarrow I_{D2} = \dfrac{V_x - 0{,}7}{R_2} = -1{,}578 \times 10^{-4}\ A$

dato che $I_{D2} < \emptyset \Longrightarrow D_2 = OFF$

② Il circuito da considerare è il seguente.



Data la mancanza del ramo 2 risulta che:

LCK "x" $I_D = I_{D1} = I_{D3}$

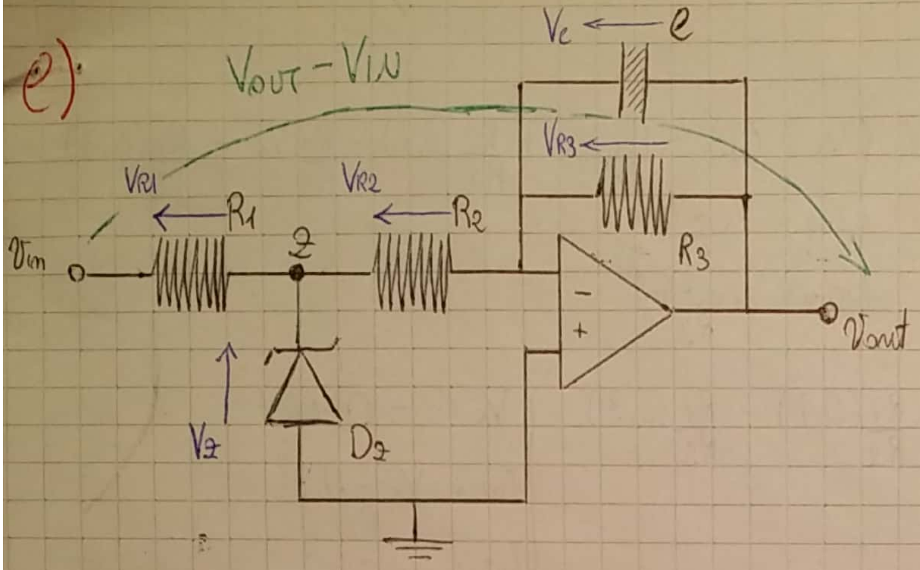
LKV "1" $5v - R_1 I_D - V_{D1} - V_{D3} - R_3 I_D + 5v = 0$

$\hookrightarrow 10v - 1{,}4v - I_D(+R_1 + R_3) = 0$

$\hookrightarrow I_D = \dfrac{10v - 1{,}4}{R_1 + R_3} = 0{,}512\ mA$

③ Dato che $V_x = 5v - R_1 I_D - V_\gamma$ con $I_D = 0{,}512\ mA \Rightarrow V_x = -0{,}82v$

e)



$R_1 = R_2 = 10k\Omega$

$R_3 = 82k\Omega$

$C = 100nF$

$L_+ = -L_- = 15v$

$V_z = 3{,}9v \;;\; V_\gamma = 0{,}7v$

Regime Statico $\Rightarrow$ C = Circuito Aperto

Opamp Invertente $\rightarrow$ $V_{out} = \frac{-R_3}{R_2} V_z = -8{,}2\, V_z \Rightarrow V_z = \frac{-1}{8{,}2} V_{out} = -0{,}12\, V_{out}$

Tensione Diodo $-$ $V_z = V_{in} - R_1 I_1 = V_{in} - \frac{(V_{out} - V_{in})}{R_1 + R_2 + R_3} \cdot R_1$

$V_z = V_{in} + \left[\frac{V_{out}}{102K} - \frac{V_{in}}{102K}\right] R_1 = -0{,}12\, V_{out}$

Corrente AB $= \frac{V_B - V_A}{\sum \text{RESISTENZE ATTRAVERSATE}}$

$= V_{in} + 0{,}10\,[V_{out} - V_{in}] = -0{,}12\, V_{out}$

$= (1 - 0{,}10)\, V_{in} = (-0{,}10 - 0{,}12)\, V_{out}$

$= 0{,}9\, V_{in} = -0{,}22\, V_{out} \Rightarrow V_{out} = -4{,}09\, V_{in}$

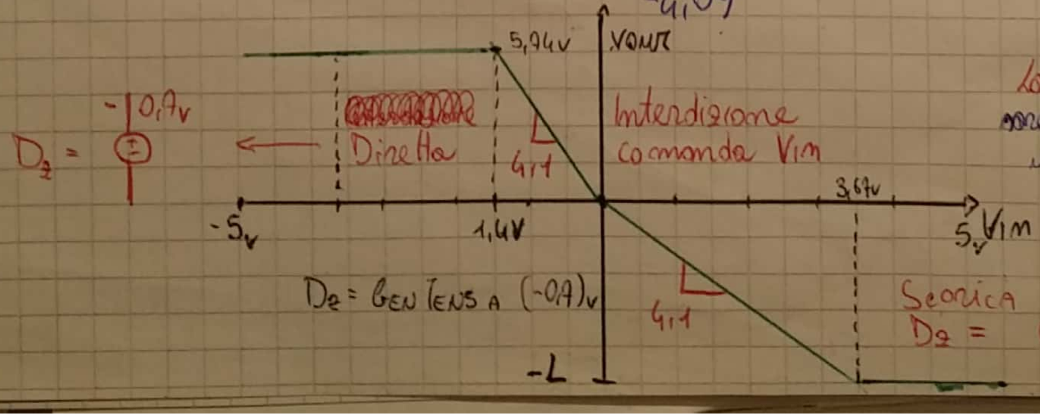
(2) Suppongo Opamp in Saturazione con $V_{out} = 15v$ quindi

$V_{in} = \frac{V_{out}}{-4{,}09} = -3{,}67v$ e dato che $V_z = -0{,}12\, V_{out} \Rightarrow V_z = -1{,}8$

(2.1) Con $V_z = -1{,}8v \Rightarrow D_z$ in Interdizione

(3) Per avere D_z in Diretta $\Rightarrow V_z = -0{,}7 \Rightarrow V_{out} = \frac{V_z}{-0{,}12195} = 5{,}74v$

(3.1) Se $V_{out} = 5{,}74v$ $\quad V_{in} = \frac{V_{out}}{-4{,}09} = -1{,}40v$



La retta passa per Ø sarebbe uniforme se il grafico fosse fatto meglio

17/02/2012

C_2) ① Ora siamo in regime dinamico $R_2 = Z_3 = R_3 // C = R_3 // \frac{1}{J\omega C}$

Quindi $V_{out} = \frac{-Z_3}{R_2} V_Z = \frac{-R_3}{1+J\omega C R_3} V_Z$

$$V_Z = -\frac{1+J\omega C R_3}{R_3} V_{out}$$

$$= V_{in} + R_1 I_1 = V_{in} + R_1 \left[\frac{V_{out} - V_{in}}{R_1 + R_2 + Z_3}\right]$$

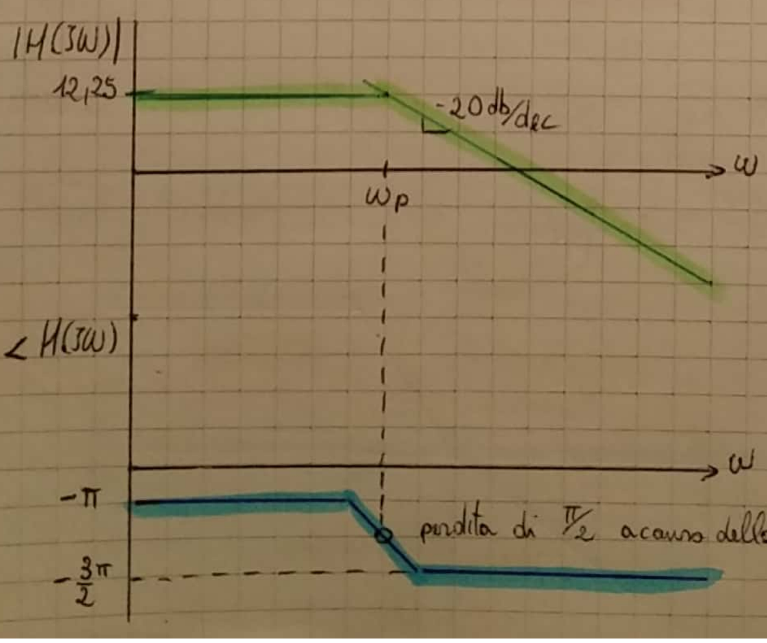
$$\Rightarrow \left[1 - \frac{R_1}{R_1+R_2+Z_3}\right] V_{in} = V_{out}\left[\frac{R_1}{R_1+R_2+Z_3}\right]$$

$$\Rightarrow V_{in}\left[\frac{R_1 - 2R_1 + Z_3}{2R_1 + Z_3}\right] = V_{out}\left[\frac{R_1(2R_1+Z_3) - R_1 Z_3}{Z_3(2R_1+Z_3)}\right]$$

$$\Rightarrow V_{out} = \frac{\left[\frac{R_1 - 2R_1 + Z_3}{2R_1 + Z_3}\right]}{\left[\frac{R_1(2R_1+Z_3) - R_1 Z_3}{Z_3(2R_1+Z_3)}\right]} V_{in} = \frac{-R_3}{2R_1}\left(\frac{1}{1+J\omega C R_3}\right) V_{in}$$

② $H(J\omega) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{-R_3}{2R_1}\left(\frac{1}{1+J\omega C R_3}\right)$

- $\mu < 0 \Rightarrow arg[H(J0)] = [illegible] = arg[Den] - arg[num] = -\pi$
- $\omega \to 0 \quad |H(J\omega)| = 20\log\left[{+R_3}/{2R_1}\right] = 12,25\ db$
- $\omega \to \infty \quad |H(J\omega)| = 20\log\left[1/82k\right] = -98,27\ db$
- $\omega_p = \frac{1}{CR_3} = \frac{1}{100mF \cdot 82k\Omega} = 121,95$



Elettronica T -Modulo 1
13-1-2011

A	B	C	D	Totale
/8	/8	/10	/10	

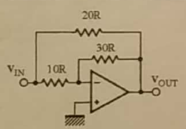
cognome	**matricola**
nome	**firma**

A Un amplificatore ha la seguente relazione ingresso-uscita:

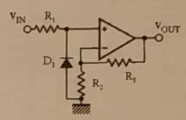
$$v_O = a \cdot v_I^3 + b \cdot v_I + 13V$$

Determinare i parametri a e b in modo che per v_I=1V sia v_O=0V e A_V=10.
Esplicitare i passaggi.

B Si calcoli l' impedenza di ingresso del circuito di figura. Si consideri l' OPAMP ideale ed operante in alto guadagno. Esplicitare i passaggi

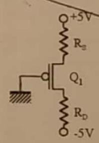


C Del circuito in figura determinare la relazione ingressi-uscita statica per $V_{IN} \in$ [-5V , 5V]. Esplicitare i passaggi.



R_1=12KΩ, R_2=5KΩ, R_3=15KΩ
V_γ=0.6V, L_+= -L_-=15V

D Si dimensioni R_S ed R_D in modo che V_D=0V.
Si assuma V_{TP}= -1V, β_p'=20µA/V², W/L = 20, I_D= -0.5mA. Esplicitare i passaggi.



A. a=11.5 V^{-2} , b=24.5

B. 3.33 R

C. $-5V \le v_{in} < -V_{\gamma}$: v_{OUT}= -2.4V

$-V_{\gamma} < v_{IN} < 3.75V$: v_{OUT}= 4 v_{IN}

$3.75V \le v_{IN} \le +5V$: v_{OUT} = 15V

D. R_S=4840Ω, R_D=10KΩ

13/1/2011

(A) $v_0 = aV_1^3 + bV_1 + 13v$ con $A_v = 10$ e $v_1 = 1$ e $v_0 = 0$

① $A_v = \frac{d v_0}{d v_1} = 10 = 3aV_1^2 + b \Rightarrow b = 10 - 3a(1)$

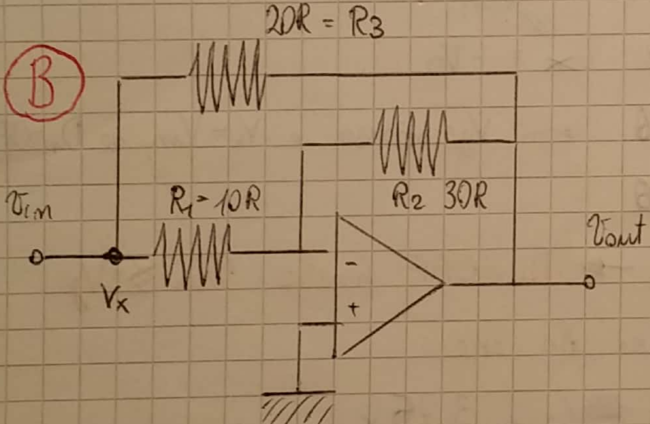
② $v_0 = a(1)^3 + (10-3a)(1) + 13 \Rightarrow -13 = 10 - 2a \Rightarrow -23 = -2a \Rightarrow$

$\Rightarrow a = \frac{23}{2} = 11,5$

③ $b = 10 - 3a(1) = 10 - 3(11,5) = 24,5$

④ Infine $a = 11,5$ $b = -24,5$

(B)



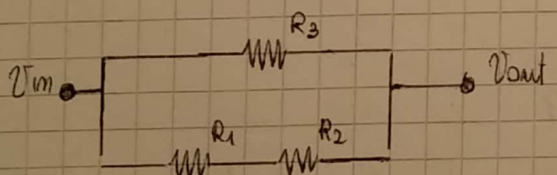
Opamp ideale ($i_+ = i_- = 0$)

Opamp in fg ($v_D = 0$)

① Opamp ≡ Invertente

$V_{out} = \frac{-R_2}{R_1} v_{in} = \frac{-30k}{10k} v_{in} = -3 v_{in}$

② Trovo i_1 usando Partitore di tensione e serie-parallelo



$\rightarrow i_1 = \frac{v_{in} - V_{out}}{R_T}$ = con $v_{out} = -3v_{in}$

$= \frac{v_{in} + 3v_{in}}{\left[\frac{40}{3}\right]} = \frac{3(4v_{in})}{40} = \frac{12}{40} v_{in}$

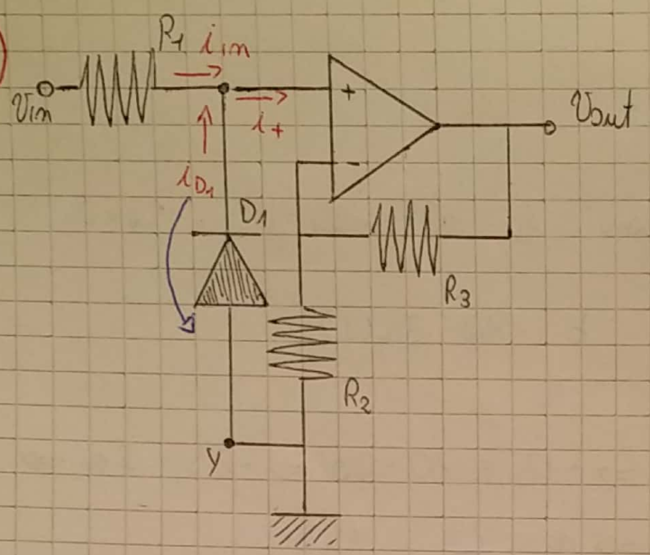
$R_T = R_3 // (R_1 + R_2) = \frac{40}{3}$

$= \frac{3}{10} v_{in}$

③ Calcolo z_{in}

$z_{in} = \frac{v_{in}}{i_{in}} = \frac{\cancel{v_{in}}}{\left(\frac{3}{10}\cancel{v_{in}}\right)} = \frac{1}{\left(\frac{3}{10}\right)} = \frac{10}{3} = 3,33\ \Omega$

C



$R_1 = 12\,k\Omega$

$R_2 = 5\,k\Omega$

$R_3 = 15\,k\Omega$

$V_\gamma = 0{,}6\,v$

$-L_- = L_+ = 15\,v$

$V_{in} \in [-5, 5]\,v$

① Suppongo $D_1 = OFF \Rightarrow V_D < 0{,}7$, $i_D = 0$

LCK "x" $i_{in} + i_D = i_+ \Rightarrow i_{in} = 0 \rightarrow R_1$ conta come un cortocircuito $V_{in} = V_x$

quindi $V_{out} = \frac{R_2 + R_3}{R_2} V_{in} = 4\,V_{in}$

② fin quando $D_1 = OFF$? Dato che $V_{in} = -V_D$

$D_1 = OFF$ fin quando $V_D \leq 0{,}6$ con $V_\gamma = 0{,}6$ $V_{in} = -V_D$

$-V_{in} \leq +0{,}6$

$V_{in} \geq -V_\gamma \Rightarrow D_1 = OFF$ finché $V_{in} \geq -V_\gamma$

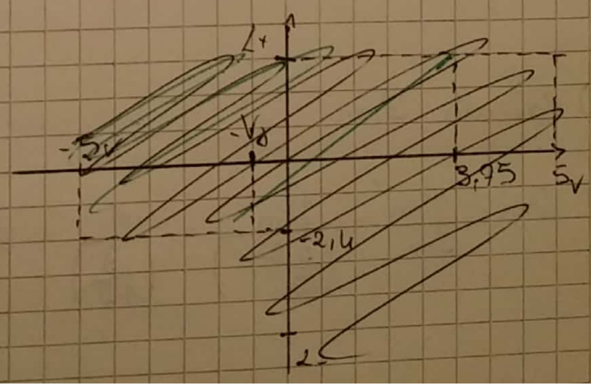
③ Quindi se $D_1 = OFF \;\forall\, V_{in} \geq -0{,}6$ si ha che

- Se $V_{out} = L_+ = 4\,V_{in} \Rightarrow V_{in} = \frac{L_+}{4} = 3{,}75\,v$
- Se $V_{in} = -V_\gamma \Rightarrow V_{out} = -4\,V_\gamma = -2{,}4\,v$

④ Suppongo $D_1 = ON \Rightarrow i_D > 0$ e $V_D = 0{,}7$

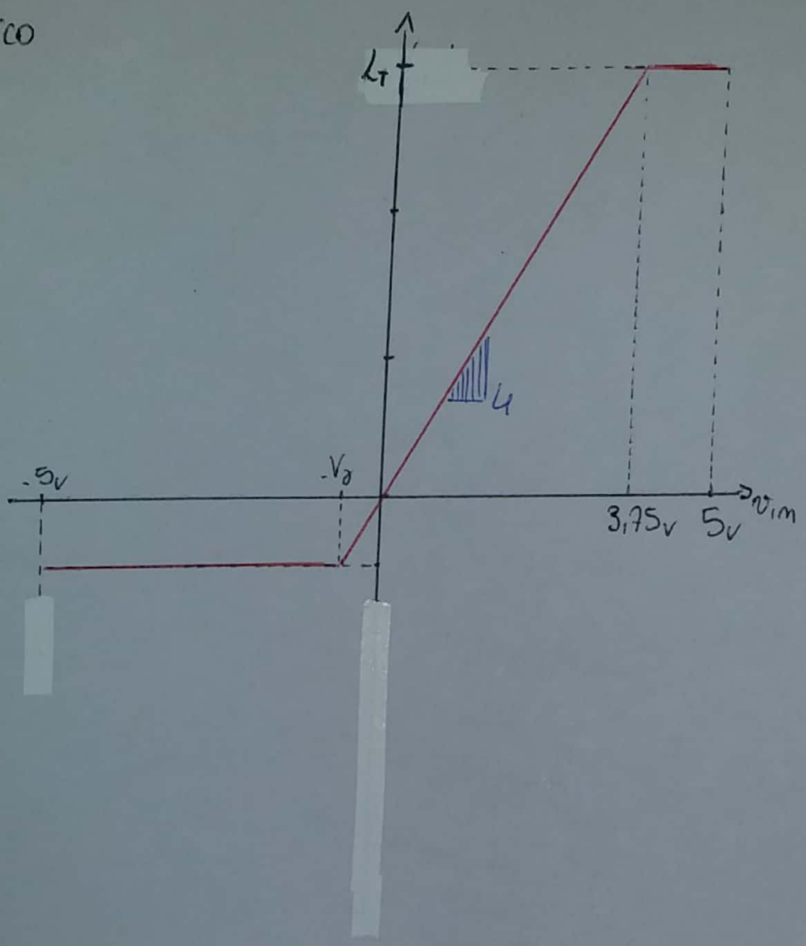
ciò significa che $V_x = -V_D = -V_\gamma$ quindi al nodo "x" ci sarà sempre una tensione $V_x = -V_\gamma$ quindi la Vout dell'Opamp sarà:

$V_{out} = 4\,V_x = -4\,V_\gamma = -2{,}4\,v$



/2015

ⓔ Grafico

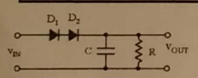


Elettronica T -Modulo 1 27-1-2011	A	B	C	D	Totale
	/8	/9	/10	/9	

cognome	matricola
nome	firma

A Un amplificatore lineare ideale ha guadagno 5 ed è caricato con una resistenza da 100 Ω.
Calcolare il suo rendimento quando all' ingresso viene applicato un segnale onda quadra con V_H=1V, V_L=0V, duty cycle 50%.
La corrente di alimentazione è pari a 20mA e che la tensione di alimentazione è 15V.
Esplicitare i passaggi.

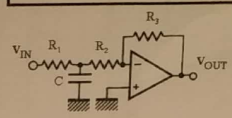
B Si dimensioni C in modo che il ripple in uscita dal circuito di figura sia inferiore o uguale a 100 mV. Esplicitare i passaggi



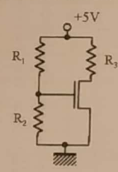
V_γ=0.6V, R=100Ω

v_{IN}=10Vsin(2π·50·t)

C Del circuito in figura determinare l' espressione della funzione di trasferimento
Esplicitare i passaggi.



D Si dimensioni R_1, R_2 e R_3 in modo che V_D=3V e I_D=1.2mA ed il transistore sia in saturazione. Si assuma V_{TN}= 1V, β_N=600μA/V². Esplicitare i passaggi.



A. 41.6%

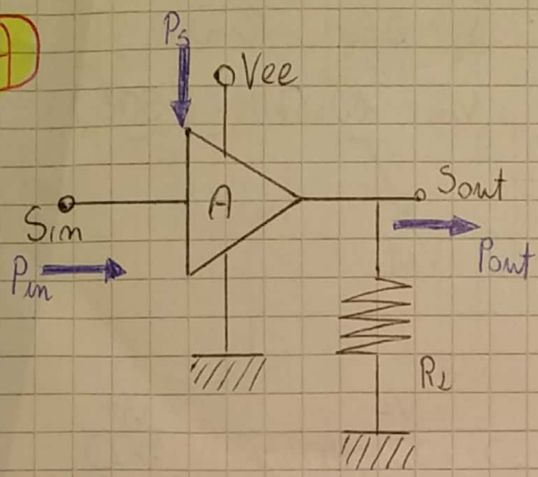
B. $C \geq 17600\ \mu F$

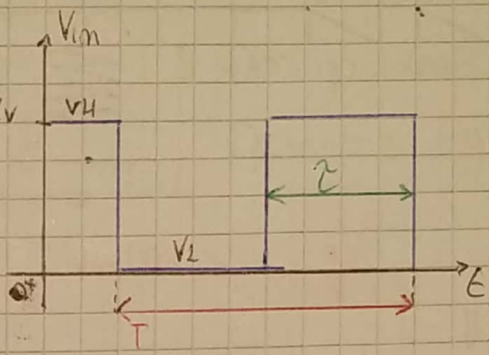
C. $H(j\omega) = -\dfrac{R_3}{(R_1 + R_2) + j\omega C R_1 R_2}$

D. $R_1/R_2 = 2/3$ $R_3 = 1.67\ K\Omega$

1/2011

A





$\eta \triangleq \frac{P_{out}}{P_s} \%$

$A_V = 5$ $R_L = 100\Omega$

$V_H = 1v$ $V_L = 0v$

$De = 50\%$ $i_{ee} = 20mA$

$V_{ee} = 15v$

① $De = \frac{\tau}{T} \% = 50\% \longrightarrow 0{,}5 = 1/2$

② $P_{out} = V_{ee}\, i_{ee} = 15v \cdot 20mA = 0{,}3W$

③ $i_{out} = \frac{V_{out}}{R_L} = \frac{V_{out}}{100}$

④ $A_V = \frac{dV_{out}}{dV_{in}} = 5 \Rightarrow dv_{out} = 5 dv_{in} \Rightarrow V_{out} = 5 v_{in}$

⑤ $P_{out} = V_{out}\, i_{out} = V_{out} \cdot \frac{V_{out}}{100} = \frac{5 v_{in}^2}{100}$

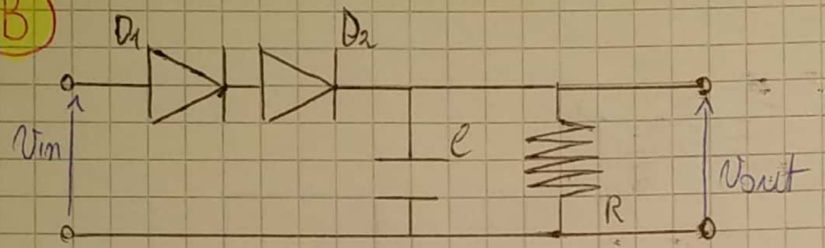
(5.1) $\rightarrow P_{out_H} = \frac{5 V_{in}^2}{100} = [\text{con } V_{in} = V_H] = \frac{5(1)^2}{100} = 0{,}25 \;W$

(5.2) $\rightarrow P_{out_L} = \frac{5 V_{in}^2}{100} = [\text{con } V_{in} = V_L] = \frac{5(0)^2}{100} = \;W$

(5.3) $\rightarrow P_{out} = [P_{out_H} + P_{out_L}] \cdot \underbrace{\frac{1}{2}}_{\triangleq De} = 0{,}125 W$

⑥. $\eta \triangleq \frac{P_{out}}{P_s} \% = \frac{0{,}125}{0{,}3} \% = 41{,}66\%$

B



$V_\gamma = 0{,}6\,V \qquad R = 100\,\Omega$

$V_{in} = \underbrace{10\,V}_{V_M} \sin(\underbrace{2\pi\,50}_{\omega}\,t)$

$$V_{ripple} = \frac{V_P}{C \cdot f \cdot R} \leq 100\,mV$$

$\Downarrow$

$$C \geq \frac{V_P}{f \cdot R \cdot V_{ripple}} = \frac{V_P}{\left(\frac{\omega}{2\pi}\right) \cdot R \cdot V_{ripple}} = \frac{V_P}{50 \cdot 100 \cdot 100\,mV} = \frac{V_P}{500}$$

② Quanto vale V_P se $V_{in} = 10\,V \sin(2\pi 50 t)$

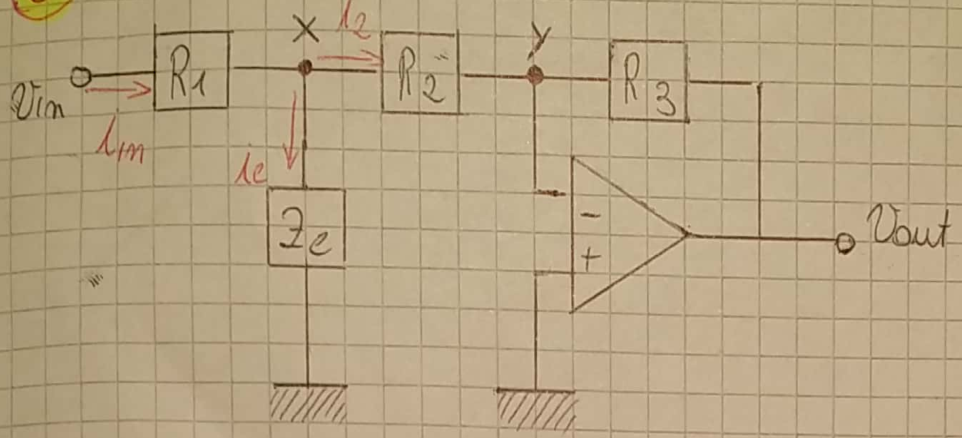
$$V_P = \max[V_{in}] - V_{D1} - V_{D2} = 10 - 0{,}6 - 0{,}6 = 8{,}8\,V$$

③ Dimensiono la capacità

$C \geq \frac{V_P}{500} \qquad C \geq \frac{8{,}8}{500} \qquad C \geq 17{,}6\,mF$

Nota $\quad V_P = V_M - V_\gamma \simeq V_M \longrightarrow$ trascuro V_γ

C



Opamp ideale $i_+ = i_- = 0$

Opamp in Hg $V_D = 0$

1) Simula un Opamp Invertente $\quad V_{out} = \dfrac{-R_3}{R_2} V_x$

2) Per calcolare V_x conviene usare le correnti

LCK "X" $\quad i_{in} = i_e + i_2 \quad$ le esprimiamo in funzione delle tensioni

$$i_{in} = \frac{V_{in} - V_x}{R_1} \qquad i_e = \frac{V_x - \varnothing}{Z_e} \qquad i_2 = \frac{V_x - V_y}{R_2} \text{ con } V_y = \text{MASSA VIRTUALE} = 0$$

3) Quindi ho che:

$$\frac{V_{in} - V_x}{R_1} = \frac{V_x}{Z_e} + \frac{V_x}{R_2} \qquad \frac{V_{in}}{R_1} = V_x \left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{Z_e} + \frac{1}{R_2} \right]$$

$$\frac{V_{in}}{R_1} = V_x \left[\frac{Z_e R_2 + R_1 R_2 + Z_e R_1}{Z_e R_1 R_2} \right] \qquad V_x = \frac{V_{in}}{\cancel{R_1}} \left[\frac{\cancel{R_1} R_2 Z_e}{R_1 Z_e + R_1 R_2 + R_2 Z_e} \right]$$

$$V_x = V_{in} \left\{ \frac{\frac{R_2}{JWC}}{\frac{R_1}{JWC} + R_1 R_2 + \frac{R_2}{JWC}} \right\} \qquad V_x = V_{in} \left[\frac{\frac{R_2}{\cancel{JWC}}}{\frac{R_1 + R_2 + JWCR_1R_2}{\cancel{JWC}}} \right]$$

$$V_x = V_{in} \left[\frac{R_2}{R_1 + R_2 + JWCR_1R_2} \right] \Rightarrow V_{out} = \frac{-R_3}{R_2} \left[\frac{R_2}{R_1 + R_2 + JWCR_1R_2} \right] V_{in}$$

4) Calcolo $H(JW)$

$$H(JW) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{-R_3}{R_1 + R_2 + JWCR_1R_2}$$

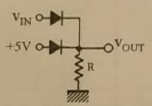
Scanned by CamScanner

Elettronica T -Modulo 1 **17-02-2011**	A	B	C	D	Totale
	5/15	7/17	9/17	/17	22

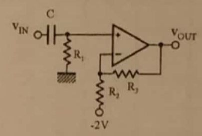
cognome RIGATTI	**matricola** 0000659636
nome LUCA FRANCESCO	**firma** [illegible]

A Si considerino due stadi amplificatori lineari collegati in cascata.
Siano: $R_{I1}=50\ \Omega$, $R_{O1}=1K\Omega$, $R_{I2}=10K\Omega$, $R_{O2}=2\ \Omega$, $A_{V02}=0.95$.
Calcolare il valore di A_{V10} in modo che quando all' uscita del secondo viene collegato un carico pari a $10\ \Omega$ il guadagno dv_{O2}/dv_{I1} risulti 100. Esplicitare i passaggi.

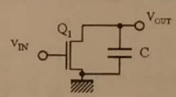
B Si tracci la caratteristica statica V_{IN}-V_{OUT} del circuito in figura. Esplicitare i passaggi



C Del circuito in figura determinare la relazione ingressi-uscita. Esplicitare i passaggi.

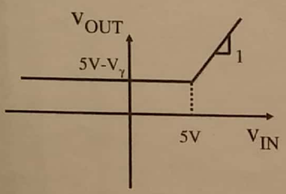


D Si calcoli il tempo necessario al nodo di uscita per raggiungere la tensione di 2.5V.
Si assuma: $V_{OUT}|_{t=0+} = 5V$, $C=12pF$, $\beta_N=1mA/V^2$, $V_{TN}=1V$, $V_{IN}|_{t=0+}=3V$.
Esplicitare i passaggi.



A. 138

B.

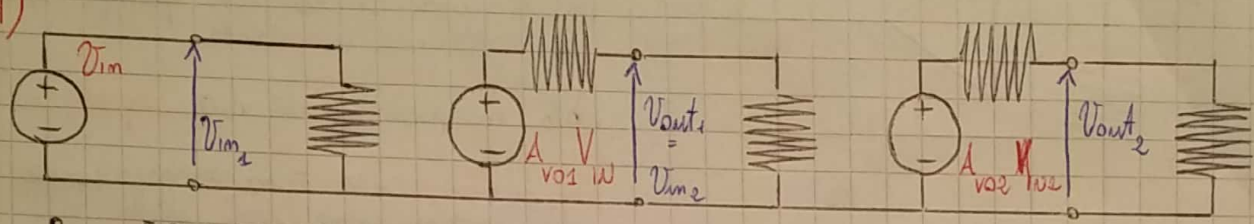


C. $v_O = v_I \frac{R_2+R_3}{R_2}\frac{j\omega CR_1}{1+j\omega CR_1} + 2V\frac{R_3}{R_2}$

C. 15 ns

17/2/2011

A)



$R_{I1} = 50\,\Omega$; $R_{o1} = 1K\Omega$; $R_{I2} = 10K\Omega$; $R_{o2} = 2\,\Omega$; $R_L = 10\Omega$; $A_{vo2} = 0{,}95$

$$dV_{o2}/dV_{I1} = dV_{o2}/dV_{I2} \cdot dV_{I2}/dV_{I1} = 100$$

① V_{o2} = PARTITORE TENSIONE $= A_{vo2} V_{in_2} \left[\frac{R_L}{R_L + R_{o2}} \right] = 100\, V_{in_2} \left[\frac{10}{10+2} \right] = 0{,}79\, V_{in_2}$

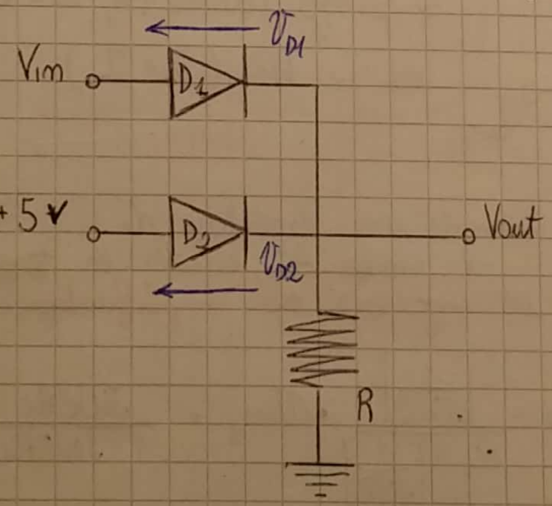
② $V_{o1} = V_{in_2}$ = PARTITORE TENSIONE $= A_{vo1} V_{in} \left[\frac{R_{I2}}{R_{I2} + R_{o1}} \right] = 0{,}91\, A_{vo1} V_{in}$

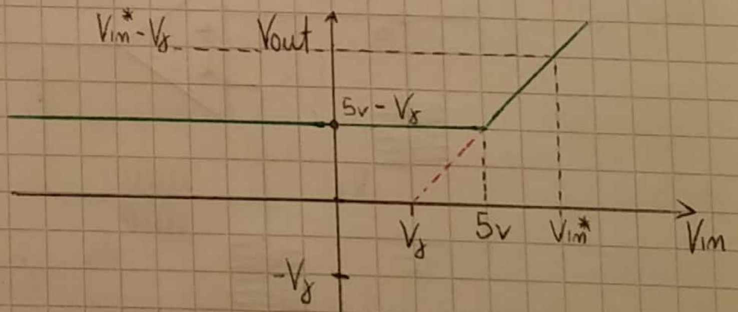
③ $\frac{dV_{o2}}{dV_{I2}} = 0{,}79$ ed anche $\frac{dV_{in2}}{dV_{in1}} = 0{,}91\, A_{vo1}$ quindi se

$$dV_{o2}/dV_{I1} = dV_{o2}/dV_{in_2} \cdot dV_{in2}/dV_{in_1} = 100$$

$$= 0{,}79 \cdot 0{,}91\, A_{vo1} = 100 \Rightarrow A_{vo1} = 100/[0{,}91 \cdot 0{,}79] = 139{,}10$$

B)





$\forall\, V_{in} < 5v \Rightarrow V_{out} = 5v - V_\gamma$
$\forall\, V_{in} > 5v \Rightarrow V_{out} = V_{in} - V_\gamma$

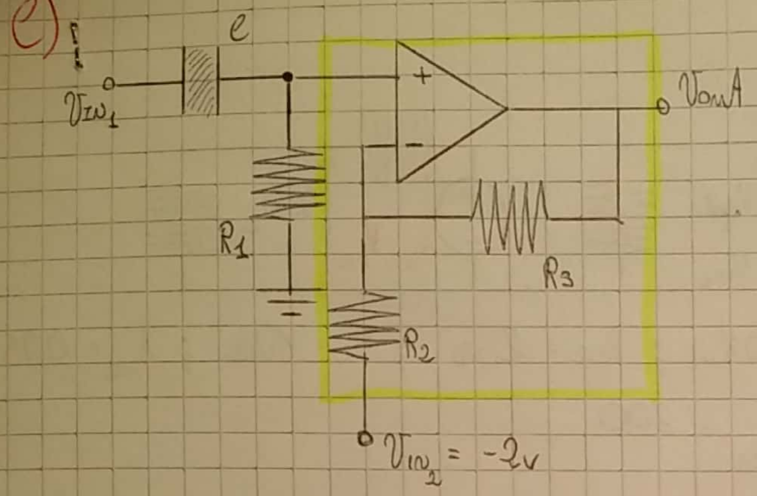
Hp 1 → D_1 = ON → $V_{in} - V_{out} \geq V_\gamma$
D_2 = OFF → $V_{in} - V_{out} = V_{D1} \Rightarrow V_{out} = V_{in} - V_D \rightarrow V_{out} = V_{in} - V_\gamma$

Hp 2 → D_2 = ON affinchè sia acceso occorre che $5v - V_{out} \geq V_\gamma$ quindi se

$\begin{cases} V_{out} = V_{in} - V_\gamma \\ 5v - V_{out} \geq V_\gamma \end{cases}$ allora $[5v - V_{out} \geq V_\gamma] = [5v - V_{in} + V_\gamma \geq V_\gamma] = V_{Iin} < 5v$

e quindi $V_{out} = 5v - V_\gamma$

e)

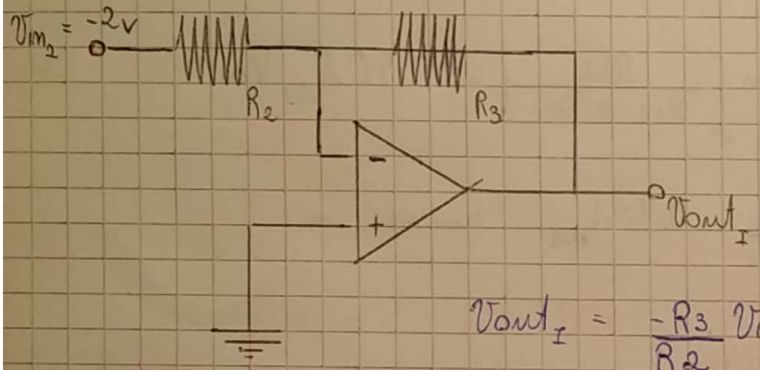


In figura si ha un opamp ideale in HG non invertente

Data la presenza dei due ingressi V_{in_1} e $V_{in_2} = -2V$ è necessario usare la sovrapposizione degli effetti

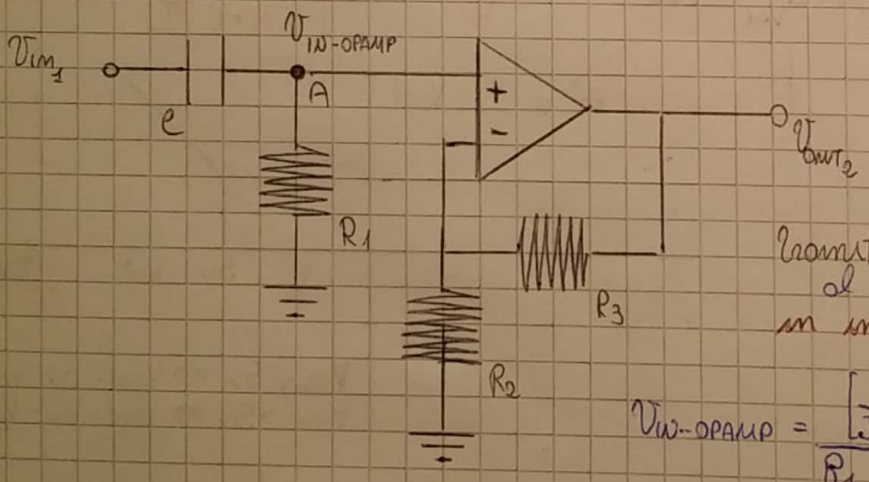
① Pongo $V_{in_1} = 0$ quindi l'opamp diventa: Opamp invertente e lo suppongo ideale ed in High Gain

↳ $i_+ = i_- = 0_A$ ↳ $V_+ = V_-$



$$V_{out_I} = \frac{-R_3}{R_2} V_{in} = 2\frac{R_3}{R_2} \text{ [VOLT]}$$

② Pongo $V_{in_2} = 0$ quindi l'opamp diventa: opamp non invertente e lo suppongo ideale ($i_+ = i_- = 0_A$) ed in HG ($V_+ = V_-$)



Tramite un Partitore di Tensione al nodo "A" calcolo la tensione in ingresso all'amplificatore.

$$V_{IN-OPAMP} = \frac{\left[\frac{1}{j\omega C}\right]}{R_1 + \left[\frac{1}{j\omega C}\right]} \cdot V_{in_1} = \frac{j\omega C R_1}{1 + j\omega C R_1} V_{in_1}$$

$$V_{out_2} = \frac{R_2 + R_3}{R_2} \cdot \frac{j\omega C R_1}{1 + j\omega C R_1} V_{in_1}$$

③ Applico la Sovrapposizione degli effetti

$$V_{out} = V_{out_1} + V_{out_2}$$

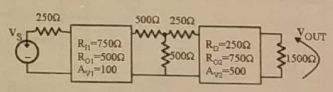
$$= \frac{2R_2}{R_3} + \frac{R_2 + R_3}{R_2} \cdot \frac{j\omega C R_1}{1 + j\omega C R_1} V_{in_1}$$

Elettronica T -Modulo 2
22-12-2011

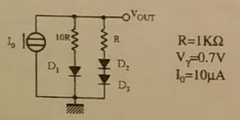
A	B	C1	C2	Totale
5/5	8/8	8/8	12/12	33

cognome RICATTI	**matricola** 0000659636
nome LUCA FRANCESCO	**firma** [illegible]

A Si considerino due stadi amplificatori lineari non ideali collegati in cascata come in figura. Calcolare il guadagno dv_{OUT}/dv_S Esplicitare i passaggi.

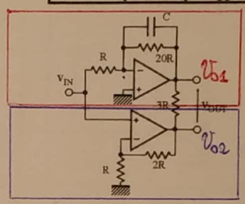


B Si consideri il circuito in figura. Si calcoli V_{OUT}. Esplicitare i passaggi.



R=1KΩ
V_γ=0.7V
I_0=10μA

C1 Del circuito in figura determinare la relazione ingresso-uscita statica. Esplicitare i passaggi.



C2 Si determini la funzione di trasferimento del circuito e si traccino i diagrammi di Bode. Esplicitare i passaggi.

A. 2500

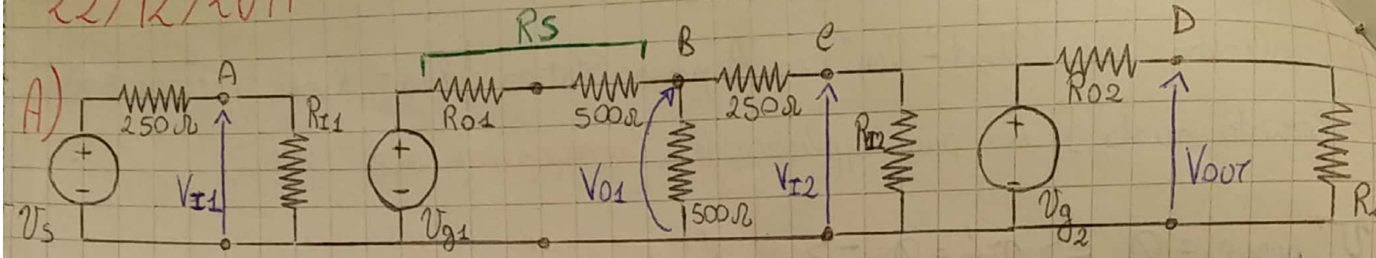
B. 0.8V

C. $V_{OUT} = -23\ V_{IN}$

D. $H(j\omega) = -23\dfrac{1+\dfrac{60}{23}j\omega CR}{1+20j\omega CR}$

22/12/2011

A)



$$\frac{dV_{out}}{dV_s} = \frac{dV_{out}}{dV_{I2}} \cdot \frac{dV_{I2}}{dV_{o1}} \cdot \frac{dV_{o1}}{dV_{I1}} \cdot \frac{dV_{I1}}{dV_s} = 2500$$

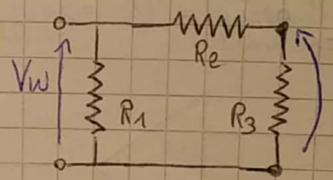
① Calcolo di $V_{out} = f[V_{I2}]$

$V_{out} =$ PARTITORE TENSIONE "D" $= V_{g2}\left[\frac{R_L}{R_L+R_{o2}}\right] = 500V_{I2}\left[\frac{1500}{1500+750}\right] = \frac{1000}{3}V_{I2}$

quindi si ha che $\frac{dV_{out}}{dV_{I2}} = \frac{1000}{3}$

② Calcolo di $V_{I2} = f[V_{o1}]$

Occorre usare un particolare partitore "B" →



$V_x = V_w \cdot \left[\frac{R_3)}{R_3 + [R_1 // (R_2+R_3)]}\right]$

quindi si ha che

$$V_{I2} = V_{o1}\left[\frac{R_{I2}}{R_{I2} + (500//(250+R_{I2}))}\right] =$$

$$= V_{o1}\left[\frac{1}{2}\right] \Rightarrow \frac{dV_{I2}}{dV_{o1}} = \frac{1}{2}$$

③ Calcolo di $V_{o1} = f[V_{I1}]$

Occorre usare lo ~~stesso~~ partitore di tensione "B" ~~del punto ②~~ e bisogna notare che R_{o1} in serie con $500\Omega = R_s =$ Nuova R_{o1}^*, quindi:

$$V_{out} = V_{g1}\left[\frac{[500//(250+R_{I2})]}{\underbrace{[500//(250+R_{I2})]}_{\text{RESISTENZA EQUIVALENTE}}+R_s}\right]$$

$$= V_{g1}\left[\frac{250}{250+1000}\right] = \frac{1}{5} \cdot 100\, V_{I1} = 20V_{I1}$$

da cui si evince che $\frac{dV_{o1}}{dV_{I1}} = 20$

④ Calcolo $V_{I1} = f[V_s]$

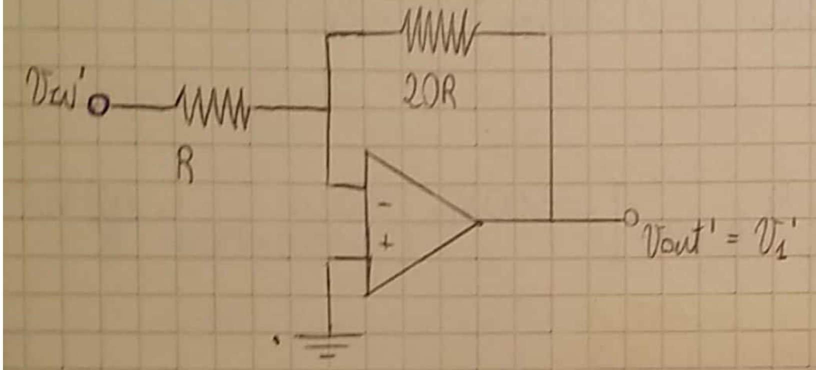
Classico partitore di tensione modo "A"

$$V_{I1} = V_s\left[\frac{R_{I1}}{R_{I1}+250}\right] = \frac{3}{4}V_s \Rightarrow \frac{dV_{I1}}{dV_s} = \frac{3}{4}$$

e1) Come si nota dalla figura, il circuito è suddivisibile in un opamp invertente ed un opamp non invertente

Per calcolare la "Vout"–"Vin" in Regime Statico [V_{in} = K volt e Condensatore = Circuito aperto] si può applicare la Sovrapposizione degli Effetti.

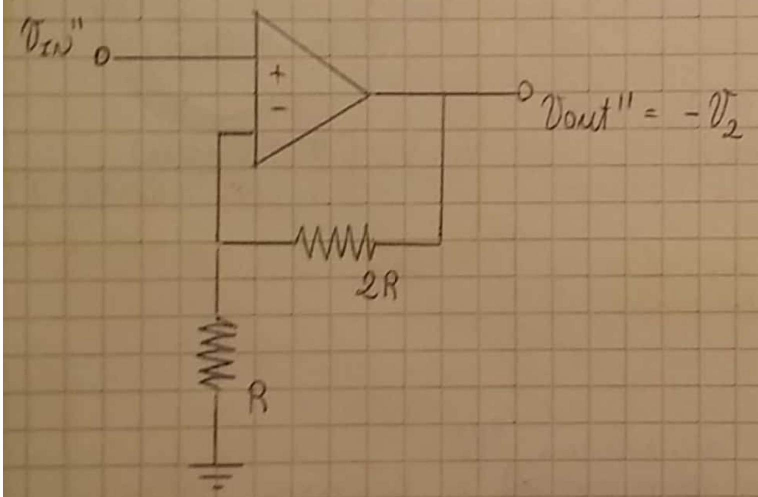
(1) $V'_{IN\ OPAMP\ NON\ INVERT} = \emptyset \Rightarrow V_{o2}' = \emptyset \Rightarrow V_{out}' = V_{o1}' - V_{o2}' = V_{o1}'$



• Dalle formule si ha che

$$V_{out}' = \frac{-20R}{R} = -20\, V_{in}' = V_{o1}$$

(2) $V''_{IN\ OPAMP\ INVERT} = \emptyset \Rightarrow V_{o1}'' = \emptyset \Rightarrow V_{out}'' = V_{o1}'' - V_{o2}'' = -V_{o2}''$



• Dalle formule si ha che

$$V_{out}'' = -\frac{2R+R}{R}\, V_{IN}'' = -3V_{in}'' = -V_{o2}$$

(3) Sommo contributi SdE $\Rightarrow V_{out} = V_{out}' + V_{out}'' = V_{o1} - V_{o2}$

V $\quad V_{out} = -20\, V_{IN}' - 3\, V_{in}'' = -23\, V_{in}$

dato che $V_{in} = V_{in}' = V_{in}''$

↳ Perché per usare la SdE ho collegato a massa gli ingressi degli opamp uno per volta senza annullare V_{IN}

C_2) Questa volta ci viene chiesta la fdt e quindi non siamo più in regime statico, ma bensì in Regime Dinamico.

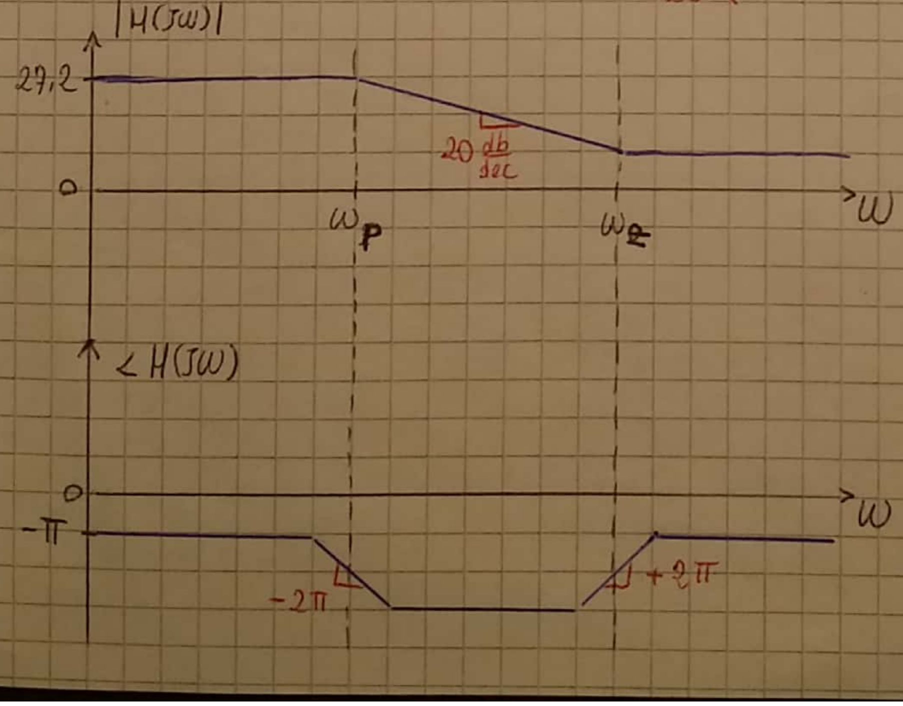
Tornando alla SdE dell esercizio C_1:

- nel calcolo di V_{out}' bisogna sostituire $20R$ con il parallelo $Z_2 = 20R \,//\, \frac{1}{j\omega C}$ dato che il condensatore ora si considera
- quindi si ha che $V_{out}' = -\frac{20R}{1+j\omega C 20R} V_{in}'$
- non avendo componenti con reattanze si ha che $V_{out}'' = -3V_{in}''$

★ Quindi infine $V_{out} = \left[\frac{-20}{1+j\omega C 20R} - 3\right] V_{in}$ da cui si ha che

$$\boxed{H(j\omega) = V_{out}/V_{in} = \left[\frac{-20}{1+j\omega C 20R} - 3\right] = -23\left[\frac{1+j\omega C R \, 60/23}{1+j\omega C R 20}\right]}$$

- La fdt ha $\mu < 0 \Rightarrow$ fase parte da $-\pi$ $[\varphi(\omega) = -\arg[H(j0)] = -\pi$
- Per $\omega \to 0$ si ha che $|H(j0)|_{db} = 20\log(23) \approx 27{,}2\ db$
- Per $\omega \to \infty$ si ha che $|H(j\infty)|_{db} = 20\log[60/20] \approx 9{,}54\ db$
- Frequenza dello zero $\to \omega_z = \frac{23}{60CR}$
- Frequenza del Polo $\to \omega_p = \frac{1}{20CR}$



Elettronica T -Modulo 1
20-11-2010

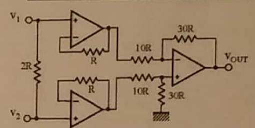
A	B	C	D	E	Totale
7 /7	5/5	7/7	/7	/7	19

cognome PALACCI	matricola 0000659636
nome LUIGI FRANCESCO	firma [illegible]

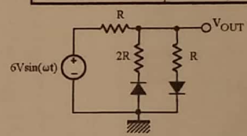
A Si considerino due stadi amplificatori lineari collegati in cascata.
Siano: R_{I1}=500 Ω, R_{O1}=50 Ω, A_{V01}=120, R_{I2}=100 Ω, R_{O2}=5 Ω, A_{V02}=250.
Calcolare il guadagno dv_{O2}/dv_{I1} quando all' ingresso del primo stadio viene collegata una sorgente con impedenza di uscita pari a 50 Ω e all' uscita del secondo viene collegato un carico pari a 20 Ω.
Esplicitare i passaggi.

B Si progetti un circuito sommatore ad OPAMP che abbia le seguenti caratteristiche:
2 ingressi, impedenza di ingresso (per ogni ingresso) pari a 100 KΩ, guadagno -5.

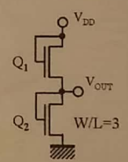
C Del circuito in figura determinare la relazione ingressi-uscita. Esplicitare i passaggi.



D Si determini l' ampiezza picco-picco della tensione v_{OUT}.
Si consideri V_γ=0.6V. Esplicitare i passaggi.



E Si dimensioni il W/L di Q_1 in modo che $V_{OUT}=V_{DD}/3$.
Si assuma V_{DD}=6V, V_{TN}=1V, β_N'=25μA/V². Esplicitare i passaggi.

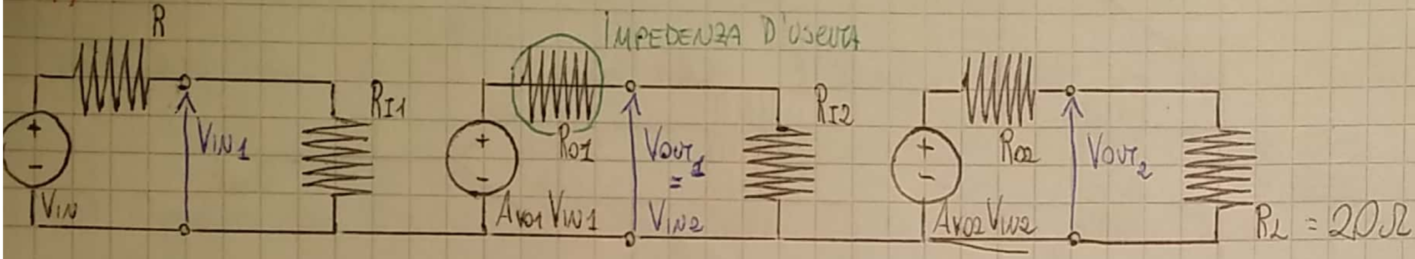


A. 16.000
C. $v_O=3(v_2-v_1)$
D. 7.5V
E. 1/3

20/11/2010

A)

$R_{I1} = 500\Omega$; $R_{o1} = 50\Omega$; $A_{vo1} = 120$; $R_{I2} = 100\Omega$; $R_{o2} = 5\Omega$; $A_{vo2} = 250$



$$\frac{dV_{OUT2}}{dV_{IN1}} = \frac{dV_{OUT2}}{dV_{IN2}} \cdot \frac{dV_{IN2}}{dV_{IN1}}$$

(1) V_{out_2} = PARTITORE TENSIONE = $A_{vo2}V_{IN2}\left[\frac{R_L}{R_L + R_{o2}}\right] = 250\,V_{IN2}\left[\frac{20}{20+5}\right] = 200\,V_{IN_2}$

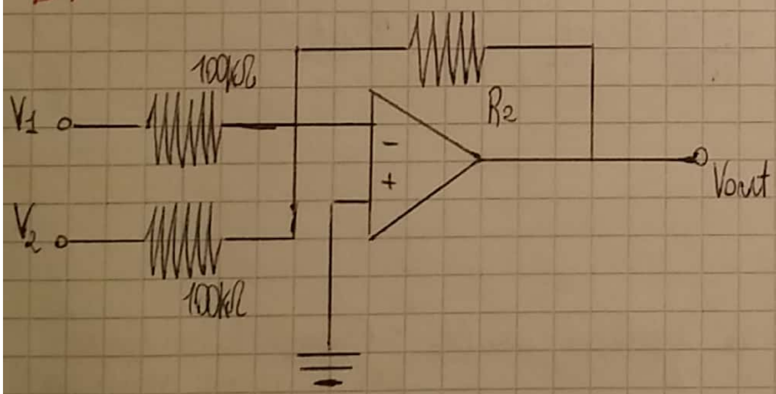
Quindi $\frac{dV_{OUT2}}{dV_{IN_2}} = 200$

(2) $V_{out_1} = V_{in_2}$ = PARTITORE TENSIONE = $120\,V_{IN_1}\left[\frac{R_{I2}}{R_{I2} + R_{o1}}\right] = 120\,V_{IN_1}\left[\frac{100}{100+50}\right] = 80\,V_{IN_1}$

Quindi $\frac{dV_{out1}}{dV_{IN_1}} = 80$

(3) $\frac{dV_{out2}}{V_{in_1}} = \frac{dV_{out2}}{dV_{in_2}} \cdot \frac{dV_{out_1} = dV_{in_2}}{dV_{in_1}} = 200 \cdot 80 = 1600$

B)



(1) Dalle formule si ha che

$$V_{out} = -\frac{R_2}{R_1}(V_1 + V_2)$$

e che

$$\text{Guadagno} = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -5$$

quindi

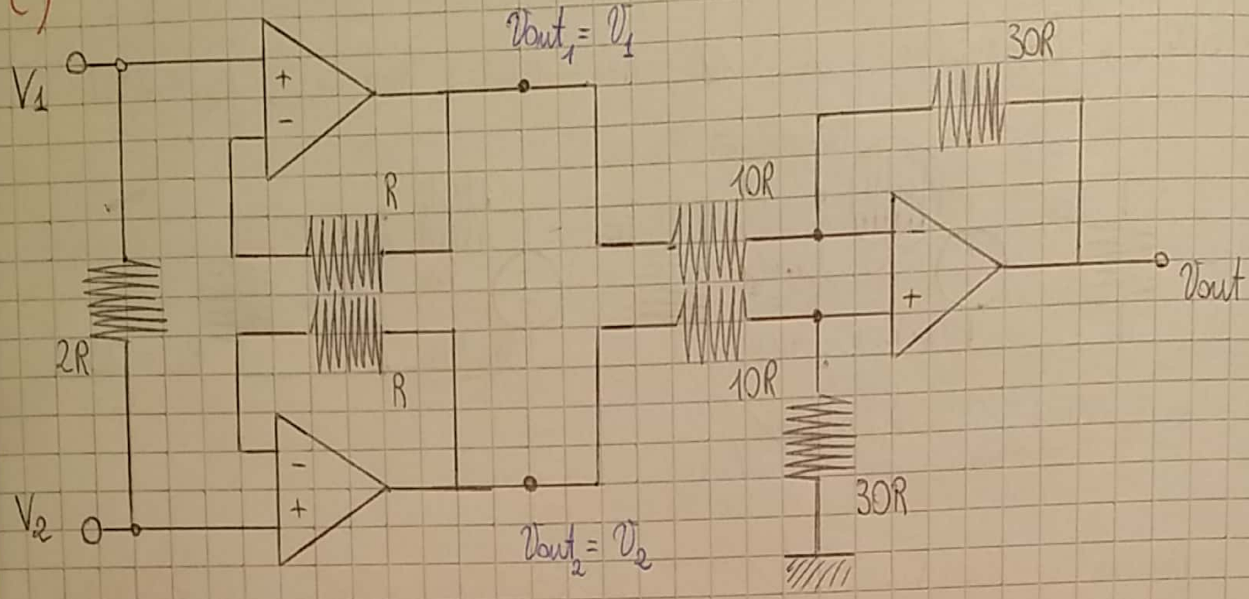
$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{V_{out}}{V_1 + V_2} = -5$$

(2) Da qui si ricava che

$$V_{out} = \frac{-R_2}{100k\Omega}(V_1 + V_2) \longrightarrow \frac{V_{out}}{V_1 + V_2} = \frac{-R_2}{100k\Omega}$$

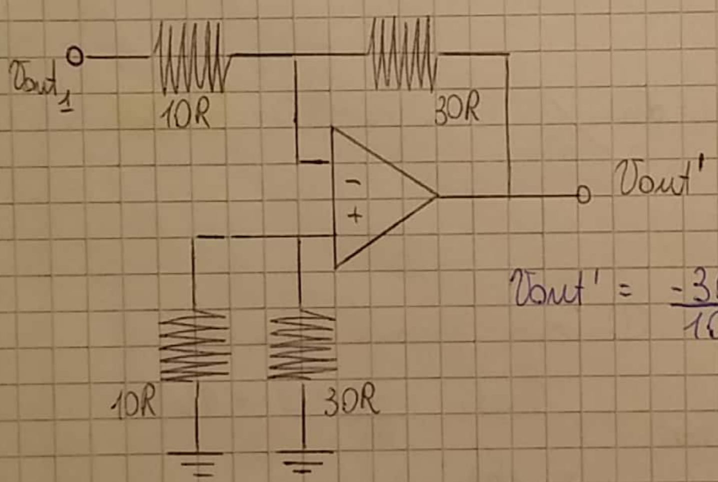
$$\longrightarrow R_2 = -100k\,\frac{V_{out}}{V_1 + V_2} = -100k\,[-5] = 500k\Omega$$

e)



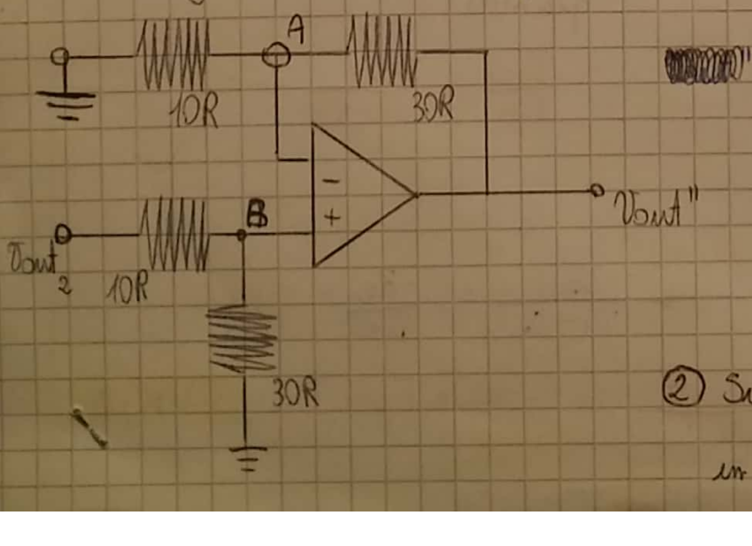
① Data la topologia di opamp$_1$ e opamp$_2$ si ha che $V_1 = V_{out_1}$ e $V_2 = V_{out_2}$ e per calcolare Vout devo usare la sovrapposizione degli effetti

② Pongo $V_2 = 0$ => $V_{out_2} = 0$ e la topologia risulta Opamp Invertente



$$V_{out}' = \frac{-30R}{10R} V_{out_1} = -3 V_{out_1}$$

③ Pongo $V_1 = 0$ => $V_{out_1} = 0$ e la topologia risulta: Opamp Invertente con ingressi anomali $V_- = 0$ $V_+ \neq 0$



① Uso partitore tensione nodo "A" per trovare V_- dalla Vout

$$V_- = \frac{10R}{10R+30R} \cdot V_{out}'' = 1/4 \, V_{out}''$$

② Suppongo opamp ideale ($i_+ = i_-$) ed in HB ($V_+ = V_-$)

③ Calcolo V_+ dall'ingresso non nullo "V_{out_2}" con un PARTITORE TENSIONE NODO "B"

$$V_+ = \frac{30R}{10R+30R} V_{out_2} = \frac{3}{4} V_{out_2}$$

④ Dato che $V_+ = V_-$ si ha che $\frac{3}{4} V_{out_2} = \frac{1}{4} V_{out}'' \Rightarrow V_{out}'' = \frac{3/4}{1/4} V_{out_2}$

$$= 3 V_{out_2}$$

⑤ Applico la SdE: $V_{out} = V_{out}' + V_{out}'' =$

$$= -3 V_{out}' + 3 V_{out}'' = 3(V_2 - V_1)$$